

Szegedi Tudományegyetem
Földtudományok Doktori Iskola

**A TURISZTIKAI KLÍMAPOTENCIÁL ÉRTÉKELÉSE
EREDETI, VALAMINT TOVÁBBFEJLESZTETT ÉS A
MAGYAR LAKOSSÁGHOZ ADAPTÁLT ESZKÖZÖKKEL**

Doktori (PhD) értekezés

Kovács Attila

Témavezetők:

Dr. Unger János

tanszékvezető egyetemi tanár

Dr. Kántor Noémi

tudományos munkatárs

SZTE Természettudományi és Informatikai Kar
Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék

**Szeged
2017**

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. A téma felvezetése	5
2.1. Turizmus	5
2.1.1. A turizmus fogalma, jellemzői, főbb formái	5
2.1.2. A turizmus által hasznosítható erőforrások	7
2.2. Turisztikai klimatológia	8
2.2.1. Az éghajlat mint a turizmus egyik kulcsfontosságú erőforrása	8
2.2.2. Turizmus és éghajlatváltozás	13
2.2.3. Időjárási és éghajlati információk, szerepük a turizmusban	16
2.2.4. Az éghajlati információk turisztikai értékelésének alapelvei	18
2.3. A turisztikai klíma értékelése	22
2.3.1. Turisztikai klíma index (TCI)	22
2.3.2. Második generációs turisztikai klíma index (CIT)	28
2.3.3. Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS)	30
3. Problémafelvetés és a kutatás céljai	33
3.1. A turisztikai klíma értékelése során felmerülő hiányosságok	33
3.2. A termikus viszonyok szubjektív értékelésében jelentkező különbségek	36
3.3. Magyarországi előzmények	39
3.3.1. Turisztikai desztinációk klímapotenciáljának értékelése	39
3.3.2. Az éghajlatváltozás turizmusra gyakorolt hatásának vizsgálata	40
3.4. Kutatási célok kitűzése	42
4. Adatbázisok és módszertani fejlesztés	44
4.1. A turisztikai klíma értékelésének adaptálása a magyar lakossághoz	44
4.1.1. Szegedi felmérések	45
4.1.2. A turisztikai klímát értékelő eszközök módosítási koncepciói	53
4.2. Az alkalmazási példák adatbázisa és módszertana	57
4.2.1. A turisztikai desztinációk értékelésének adatbázisa és módszertana	57
4.2.2. A turisztikai klímapotenciál-változás vizsgálatához használt adatbázis és módszertan	60
5. Módszertani fejlesztéshez kapcsolódó eredmények	64
5.1. Az interjúalanyok jellemzői és a humán-biometeorológiai háttérkörülmények	64
5.2. A magyar lakosság hőérzeti mintázata	65
5.3. A hazai lakossághoz adaptált turisztikai klímát értékelő eszközök	68
6. Alkalmazási példák	70
6.1. Turisztikai desztinációk értékelése	70
6.1.1. Turisztikai klíma index és módosított Turisztikai klíma index	70
6.1.2. Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer	74
6.2. A turisztikai klímapotenciál mintázatának változása	81

6.2.1. <i>A jelenlegi körülmények</i>	81
6.2.2. <i>A jövőben valószínűsíthető körülmények</i>	84
7. Diszkusszió	89
7.1. Az alkalmazott eszközök értékelése a szakirodalom és saját tapasztalatok tükrében	89
7.2. A módszertani fejlesztés és az adaptálás értékelése, valamint nemzetközi alkalmazhatóságuk	92
7.3. Az alkalmazási példák értékelése a szakirodalom és a gyakorlati szféra tükrében	94
8. Összefoglalás	97
Köszönetnyilvánítás	100
Irodalomjegyzék	101
Summary	111
Függelék	114

1. Bevezetés

Egy terület turisztikai vonzerejét számos tényező befolyásolja, melyek közül az éghajlat az egyik legjelentősebb összetevő. A légköri klímaelemek komplex kölcsönhatásai lehetővé tehetik vagy korlátozhatják bizonyos turisztikai tevékenységek folytatását, illetve erősíthetik vagy ronthatják egy terület megítélését valamely tevékenység szempontjából. A fenntartható turizmusfejlesztés egyik kulcstényezője, hogy tisztában legyünk azzal, mennyire megfelelőek a különböző turisztikai tevékenységek éghajlati feltételei egy adott régióban. A turisztikai klímapotenciál ismeretében a szolgáltatók a kínálati elemeket optimálisabban tudják kialakítani és elosztani. A turisták számára pedig az éghajlati körülmények ismerete fontos szempont lehet a célterületek, a kedvező időszakok és a tevékenységformák kiválasztásában. A klimatikus viszonyok változékonysága hatással van a látogatók komfortérzetére és a célterülettel kapcsolatos elégedettségére, ami által a turisztikai keresletet is erőteljesen befolyásolhatja.

A turizmus amellet, hogy napjaink egyik dinamikusan fejlődő gazdasági ágazata, kitüntetett abból a szempontból is, hogy rendkívül érzékenyen reagál az éghajlat megváltozására. A klimatikus körülmények változása különböző mértékben befolyásolja az egyes turisztikai célterületeket, illetve tevékenységeket, s indirekt módon számos egyéb környezeti erőforrásra is hatást gyakorol. Napjaink egyik jelentős kihívása, hogy megteremtsük a turizmusipar számára a klímaváltozás elkerülhetetlen hatásaihoz való alkalmazkodás feltételeit. A célirányos adaptációs stratégiák fejlesztését és gyakorlatba való átültetését elősegíthetjük a klímapotenciálban bekövetkezett s a jövőben várható változások elemzése révén.

Doktori disszertációm a turisztikai klimatológia területére esik, amely a turizmus és az éghajlati viszonyok kapcsolatrendszerét vizsgálja. Az utóbbi évtizedek során több értékelő eljárást (eszközt, illetve módszert) is kidolgoztak annak számszerűsítésére, hogy egy adott terület éghajlati körülményei mennyire alkalmasak a különféle turisztikai tevékenységekhez. Léteznek egyszerűbb eszközök, melyek kimenetei könnyen értelmezhetők a felhasználók számára, és széles réteget céloznak. Ugyanakkor néhány probléma vagy hiányosság is azonosítható az egyszerűbb eljárásokkal kapcsolatban, ami jórészt az eszközök felépítéséből, struktúrájából adódik, valamint az is kétségbe vonható, hogy hitelesen használhatók a komplex turisztikai klímapotenciál jellemzésére.

Az ilyen eszközök problematikája sok esetben abban gyökerezik, hogy pusztán az objektív paraméterekre hagyatkoznak, és azokat a világ minden táján egyformán értékelik, ezáltal figyelmen kívül hagyják, hogy a különböző régiók lakosainak, illetve az odautazó turistáknak jelentősen eltérőek lehetnek a légköri környezettel kapcsolatos szubjektív megítéléseik. Ugyanis e környezet érzékelése és értékelése erősen szubjektív folyamat, ami azt jelenti, hogy különböző egyének vagy csoportok eltérően ítélik meg ugyanazokat a légköri viszonyokat. A problémakört felismerve felmerül az értékelő eszközök – helyi lakosokhoz és különböző éghajlati háttérű turista csoportokhoz történő – adaptálásának igénye.

A célszemélyek szubjektív megítéléseinek és viselkedési reakcióinak feltárása rendkívül komplex feladat, és felvételezésük túlnyomóan kérdőíves úton történik. Ennek során általában jól körülhatárolt piaci szegmensek (pl. adott korcsoport, nemzet, turisztikai tevékenységformát folytatók) mentén tanulmányozzák a szubjektív különbségeket. E ponton nyilvánvalóvá válik a turisztikai klimatológia szoros kapcsolata a humán-biometeorológia területével, amely a légköri környezetet leíró paraméterek emberi szervezetre gyakorolt hatásait vizsgálja, általában fiziológiai és újabban már pszichológiai szemszögből is. Egyre inkább elfogadottá válik

az az álláspont – amely egyúttal egy jelentős kihívást is jelent –, hogy hiteles humán-biometeorológiai és turisztikai klimatológiai értékeléseket csak komplexebb értékelő eszközökkel célszerű végezni, melyek révén lehetővé válik a szubjektív sajátosságok figyelembe vétele és az értékelés módszertanának adaptálása különböző embercsoportokhoz, illetve turisztikai tevékenységekhez.

Hazánk területére vonatkozóan a turisztikai klimatológiai mutatókon alapuló vizsgálatok száma egyelőre rendkívül alacsony, s az éghajlatváltozás turizmusra gyakorolt hatásának elemzése tekintetében is csak néhány kezdeti lépés történt. E vizsgálatokhoz kapcsolódóan megkísértem – hazánkban elsőként – adaptálni a hagyományos értékelő eszközöket a magyar lakossághoz, elsősorban azok termikus (a szubjektív hőérzetben megnyilvánuló) reakcióit figyelembe véve.

Disszertációmban a következő fő célokat tűzöm ki magam elé (a kutatási célok részletes ismertetését a [3.4. fejezet](#) tartalmazza):

- I. Az éghajlati viszonyok turizmusban betöltött szerepének ismertetése, és az értékelésére kidolgozott módszertan kritikai vizsgálata.
- II. A turisztikai klímát értékelő módszertan fejlesztése és adaptálása a magyar lakossághoz.
- III. Néhány kiemelt (hazai és európai) turisztikai desztináció klímapotenciáljának komplex értékelése.
- IV. Magyarország jövőben várható turisztikai klímapotenciáljának elemzése.

Doktori munkám nem titkolt célja, hogy a téma széleskörű tárgyalásával és kutatásom eredményeivel elősegítsem a turisztikai klimatológia magyarországi megalapozását és szélesebb körű megismertetését, valamint módszertani újításokkal hozzájáruljak a tudományterület viszonylag kiterjedt nemzetközi tudásbázisához.

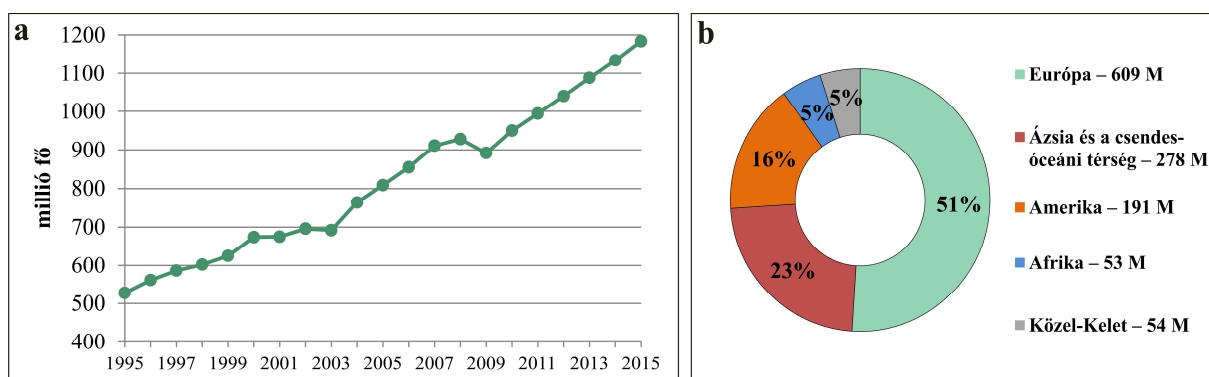
2. A téma felvezetése

2.1. Turizmus

2.1.1. A turizmus fogalma, jellemzői, főbb formái

A **turizmus** a világgazdaság egyik legnagyobb és legdinamikusabban fejlődő ágazata. 2015-ben a bruttó hazai termékhez (GDP) való közvetlen hozzájárulása **világszinten** 3,0%, míg a teljes hozzájárulása 9,8% volt. A turizmusban közvetlenül foglalkoztatottak aránya a teljes foglalkoztatás 3,6%-át tette ki, míg a közvetett hatásokat is magában foglaló hozzájárulása a teljes foglalkoztatás 9,5%-át adta ([WTTC 2016](#)).

2015-ben világszinten 4,4%-kal (50 millió fővel) nőtt a külföldről érkező turisták száma 2014-hez képest, és elérte az 1,184 milliárd főt. A 2009-es visszaesés óta 2015 a hatodik egymást követő év volt, amikor több mint 4%-kal emelkedett a nemzetközi turistaérkezések száma. A világ leglátogatottabb régiója Európa, amely 2015-ben 5%-os (28 millió fő) növekedést ért el az előző évhez képest, és megközelítette a 610 millió főt ([2.1. ábra, UNWTO 2016a](#)).



2.1. ábra: A nemzetközi turistaérkezések száma 1995 és 2015 között (a) és annak megoszlása az egyes régiók között 2015-ben (b) ([UNWTO 2016a](#))

A turizmus **hazánkban** is a nemzetgazdaság kiemelkedően fontos szektora. A legutóbbi, a 2013. évre vonatkozó turizmus-szatellitszámlák¹ szerint a turizmusra jellemző ágazatok nemzetgazdasági bruttó kibocsátáson belüli aránya 5,6%, a multiplikátor termelési hatásokat is figyelembe véve 9,0% volt. Az ágazatok összes hozzáadott értékének aránya a nemzetgazdaság egészéből 6,1% volt, ami a multiplikátorhatással együtt 9,8%-ot jelent. A turizmus közvetlenül a nemzetgazdasági foglalkoztatottság 9,1%-át, míg közvetlen és közvetett módon összesítve a 12,0%-át adja ([KSH 2017](#)). 2015-ben csaknem 20,2 millió külföldi (egynapos és többnapos) turista érkezett Magyarországra, 17%-kal többen, mint az azt megelőző évben ([MTÜ 2016](#)). 2015-ben a külföldiek 48 millió alkalommal utaztak Magyarország területére, 5,1%-kal többen az előző évinél ([KSH 2016](#)).

¹ A turizmus-szatellitszámla a nemzeti számlák rendszerének egyik szatellitszámlája, összeállításának célja a turizmus keresleti és kínálati oldalának megfigyelése, valamint a turizmusszektor teljesítményének mérése, amellyel hozzájárul a nemzetgazdaság egészéhez. Megjelenik benne a látogatók utazáshoz kapcsoló áru- és szolgáltatáskereslete, a gazdaságon belül a turizmushoz kapcsolódó áru- és szolgáltatáskínálat, illetőleg a turisztikai kínálat más gazdasági tevékenységekre tovagyűrűző hatása is ([KSH 2017](#)).

A **turizmus** a gazdaság több ágazatát átölelő és a társadalom széles rétegét érintő tevékenység, életforma és fogyasztási szegmens. Sokrétű megfigyelési lehetőségéből és szerteágazó kapcsolatrendszeréből adódóan a turizmus csak számos szakágazat együttes teljesítményével értékelhető (KSH 2016). A turizmus **fogalmának** értelmezése az 1900-as évek folyamán a társadalmi jelentőségének növekedésével párhuzamosan állandó bővülésen, fejlődésen ment keresztül. A Lengyel (1986) által közzétett új turizmusdefiníció szerint a turizmus alatt „egyrészt az ember állandó életvitelén és munkarendjén (lakásán és munkahelyén) kívüli valamennyi helyváltoztatását és tevékenységét értjük, bármi legyen azok konkrét indítéka, időtartama és célterülete. A turizmus másrészt az ezzel kapcsolatos igények kielégítésére létrehozott anyagi-technikai és szervezeti feltételek, valamint szolgáltatások együttese”. E definíciót az akkori Idegenforgalmi Világszervezet (WTO) rövidítve átvette és az Interparlamentáris Unióval együtt az 1989-es Hágai Nyilatkozatban közzétette: „A turizmus magában foglalja a személyek lakó- és munkahelyen kívüli minden szabad helyváltoztatását, valamint az azokból eredő szükségletek kielégítésére létrehozott szolgáltatásokat”. Összhangban azzal, hogy a modern társadalom a munka és a szabadidő kettőssége köré szerveződik, Lengyel (1986) a turizmus két formáját különíti el: a hivatásturizmust és a szabadidő-turizmust. A hivatásturizmus magában foglalja a foglalkozással kapcsolatos helyváltoztatások során végzett szakmai és szabadidő-tevékenységeket. A szabadidő-turizmus az állandó lakáson kívül szabadidőben végzett és szabadon választott tevékenységek együttese, amelyeket az egyén változatosság iránti igénye motivál.

A nemzetközileg konzisztens turisztikai statisztikák összeállításához rendkívül fontos, hogy minden országban egységes fogalmakat és mérési módszereket használjanak, s így a turizmus gazdasági elemzése a nemzetgazdaságon belül (más ágazatokkal) és nemzetközi szinten (más országokkal) is összehasonlítható legyen. Például a statisztikai értékelésekhez módszertani és operatív ajánlásokat megfogalmazó UNWTO (2010) és a legfrissebb magyar turizmus-szatellitszámlákat bemutató KSH (2017) is egységes fogalmi keretet használ. A statisztikai összefüggésekben az előbbieken ismertetett turizmusfogalmak továbbra is érvényesek abban a tekintetben, hogy a tartózkodás fő célja továbbra sincs meghatározva, ugyanakkor az utazás időtartamát és az utazó személyét illetően néhány megkötés áll fenn.

Az utazás (turisztikai statisztikákban trip) személy által megtett út bármilyen célból és időtartammal, amely során a személy elindul szokásos környezetéből egy másik helyre, míg vissza nem tér a megszokott lakóhelyére. Körutazás esetén az utazás a különböző helyszínek látogatásából tevődik össze. A látogató (visitor) az a személy, aki olyan helyekre utazik, amely a szokásos környezetén kívül esik, bármilyen célból teheti azt (üzleti út, szórakozás vagy más személyes szándékkal), ugyanakkor kevesebb mint 12 hónapot tartózkodik a meglátogatott helyen. Kitételként emelik még ki, hogy nem tartozik a látogatók körébe az a személy, aki a meglátogatott helyen végzett tevékenységéért javadalmazásban részesül. Turisztikai célú utazásnak (tourism trip) hívjuk a látogató által megtett szabadidős és/vagy üzleti céllal tett utat. A turista (tourist) olyan látogató, akinek az utazása eltöltött vendégéjszakát foglal magában, emiatt többnapos látogatónak (overnight visitor) is hívhatjuk őket. Ellenkező esetben kirándulókról vagy egynapos látogatókról (excursionist vagy same-day visitor) beszélünk (Lengyel 2004, UNWTO 2010, KSH 2017). Megjegyzendő, hogy a dolgozat témakörében – turisztikai klimatológia – hivatkozott publikációkban a fenti terminológia használata általában nem konzisztens. Ennek ugyanakkor semmilyen gyakorlati jelentősége nincsen, az ajánlások elsősorban a turisztikai statisztikák nemzetközi koherenciáját célozzák.

Ennél a pontnál szót kell ejteni a *Michalkó (2001)* által bevezetett **alternatív turizmusdefiniőról**, amely a fenti meghatározások és „szabályok” által biztosított keretek helyett egy kevésbé merev, modernebb turizmuselméleti felfogást helyez előtérbe. Véleménye szerint napjaink egyre gyorsuló társadalmi-gazdasági változásainak köszönhetően a lakóhely, a munkahely és az ezeken kívülre irányuló, szabad helyváltoztatás fogalma és értelmezése részben meginogni látszik vagy nem teljesen körülhatárolható, s így nem jellemzi teljes körűen a világ turizmusának résztvevőit. Az új megközelítés szerint turizmusként olyan egyéni élményszerzéssel párosuló környezetváltozás értelmezhető, amely során átlépjük a mindennapi, rutinszerű térpályáinkat (általában a lakókörnyezet útvonalait), s a nem megszokott környezetbe kerülve a kiváltott élmények hatására szolgáltatások igénybevételére kerül sor, mellyel hozzájárulunk a helyi gazdaság bevételeihez (*Michalkó 2001, 2008*).

A **turizmus fajtáit és formáit** sokrétűsége miatt nehéz csoportosítani. Többféle kategorizálás született, ráadásul területenként is eltérő szempontok kerülhetnek előtérbe. A felosztások általában a meghatározó befolyásoló tényezőkön, így a helyváltoztatás indítóokain (motiváción), a környezet változatosságán, valamint a turizmus jelenségeire ható külső okok és hatások változásán alapulnak. Egy gyakran hivatkozott felosztás *Bernecker (1962)* munkájához fűződik. A szerző az utazók motivációi alapján az alábbi turizmusfajtákat különítette el: pihenési célú turizmus (nyaralás, gyógyüdülés), kulturális célú turizmus (tanulmányi út, vallási turizmus), társadalmi célú turizmus (rokon- és barátlátogatás), sportturizmus (aktív és passzív), gazdasági célú turizmus (üzleti turizmus, kiállítási és vásári turizmus) és politikaorientált turizmus (politikai rendezvények). A turizmusformák csoportosítása külső okok és hatások szerint történik (pl. eredet, résztvevők száma és életkora, szezonális, tartózkodás időtartama, szállásforma, közlekedési eszköz vagy az utazásszervezés módja szerint), és mindegyik kategórián belül többféle formát lehet elkülöníteni. Megemlítendő, hogy léteznek olyan összetett turizmusformák is, melyeket nem lehet egyértelműen valamely csoportba hozzárendelni.

2.1.2. A turizmus által hasznosítható erőforrások

A turizmus fogalmát többféleképpen is megközelíthetjük, viszont mindegyik meghatározás alapja, hogy létrejöttéhez és fennmaradásához **földrajzi helyszín** szükséges, amelyen a turisztikai tevékenységek létrejöhetnek. A turisták miközben felkeresnek területeket, minden esetben a helyszín által nyújtott valamilyen alkotóeleme(ke)t hasznosítanak. Amennyiben ezen alkotóelemek megjelennek a turisztikai termékek és szolgáltatások részeként, a terület **erőforrásává** válnak (*Gómez Martín 2005*). Napjainkban az erőforrások az élet több területén kiemelkedő jelentőséggel bírnak. A modern társadalmi elvárások egyre inkább az életszínvonal folytonos növekedését tűzik ki célul, ami a szükségletek kielégítése érdekében maga után vonja az erőforrások egyre növekvő kihasználását (*Dávid et al. 2007*). Hogy az adott területen milyen típusú erőforrások tudnak előtérbe kerülni, és azokat hogyan értékelik, az aktuális társadalmi szükségletek és normák (pl. divat) és azok változásai jelentősen befolyásolják (*Perry 1997, Fagence and Kevan 1998, Gómez Martín 2005*). A turizmus által hasznosítható erőforrások meghatározásánál fontos szempont a helyettesíthetőség kérdése is. Ennek hiánya, vagyis az egyediség jelentős értéknövelő tényezőnek számíthat, ugyanis a turisták jelentős része kifejezetten vágyik számukra újszerű, szokatlan élményekre (*Dávid et al. 2007*).

A turizmus erőforrásait a leggyakrabban a következő öt csoportba szokták elkülöníteni: természeti, kulturális, humán, infrastrukturális és pénzügyi erőforrások. Ezek közül kiemelt

jelentőséggel bírnak a **természeti erőforrások**, mivel ezek valamilyen formában a legtöbb turisztikai termékbe beépülnek (Dávid et al. 2007). A természeti erőforrások közé sorolható gyakorlatilag minden olyan természeti képződmény vagy jelenség, ami a turisták számára vonzó lehet. Így például a terület felszíni formái, hidrológiai formakincse, tájképe, flórája és faunája, valamint az éghajlati viszonyai. Másfelől ide sorolandók olyan geológiai értékek, mint például a termásvíz vagy egy védett terület egyedi természeti kincse (de Freitas 2003, Gómez Martín 2005, Dávid et al. 2007, Scott et al. 2012).

Amennyiben egy terület felkeresésének a természetes vagy kulturális erőforrás megismerése (átélése) az elsődleges oka, ezen erőforrások **turisztikai attrakcióként (vonzerőként)** szolgálnak (Dávid et al. 2007). Az erőforrás attrakcióvá válása nem automatikus folyamat, ahhoz két alapvető feltételnek kell teljesülnie. Egyrészt szolgáltatások révén biztosítani kell az attrakció elérhetőségét vagy fokozni kell annak élményét (pl. megközelíthetőség, szállás- és vendéglátóhely biztosítása, közbiztonság, programok és rendezvények szervezése) (Fagence and Kevan 1998, Dávid et al. 2007). Másfelől az adott erőforrás köré vonzó arculatot kell kiépíteni. E folyamat marketingtevékenységet igényel, amely révén a fogyasztók megismerkednek a szolgáltatásokkal. Ehhez információforrásokra és reklámra van szükség, amely által pozitív kép (imázs) alakulhat ki bennük az adott helyszínről és az ott lévő értékről, ösztönözve az attrakció igénybevételére (Gómez Martín 2005, Dávid et al. 2007).

A természetes erőforrások egyik kulcsfontosságú típusa az **éghajlat** (klíma), amely egyben a turizmus egyik kiemelt erőforrása. E megállapításokat illetően szilárd konszenzus áll fenn a széles körű nemzetközi szakirodalom egészében (pl. Smith 1993, de Freitas 2003, Gómez Martín 2005, Matzarakis 2006, Rátz 2006, Dávid et al. 2007, Perch-Nielsen et al. 2010, Scott and Lemieux 2010, Amelung and Moreno 2012, Gössling et al. 2012, Scott et al. 2012, Rutty and Scott 2015). Az éghajlatot az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) ötödik értékelő jelentésének kiadványai – összhangban a Meteorológiai Világszervezettel (WMO) – szűkebb értelemben „átlagos időjárásnak” definiálják. Tágabb vonatkozásban pedig az éghajlatot a légköri fizikai jellemzők átlagának és változékonyságának statisztikai összességeként értelmezhetjük, amelynek a vonatkozási időszaka hónapoktól ezer–millió évig terjedhet. Az éghajlatot kialakító állapothatározók (pl. léghőmérséklet, csapadék, szélsébség) WMO szerinti átlagolása 30 évre vonatkozik (IPCC 2014a).

Természetesen a turizmus erőforrásai közül az éghajlati viszonyok csak egyetlen tényezőt jelentenek. Egy terület turisztikai fejlődése és sikeressége több erőforrás összességén alapul, de ezek közül kétségtelenül kitüntetett szerepe van a természetes erőforrásoknak és azon belül az éghajlatnak.

2.2. Turisztikai klimatológia

2.2.1. Az éghajlat mint a turizmus egyik kulcsfontosságú erőforrása

Az éghajlat kiemelkedő jelentősége abban nyilvánul meg, hogy számos, elsősorban a természeti attrakciókra épülő turisztikai tevékenység **alaperőforrásaként** tekinthető, mivel döntően befolyásolja, hogy az adott területen létrejöhet-e valamilyen turisztikai tevékenység. A Smith (1993) által bevezetett terminológiát használva e tevékenységek általában ún. **klímafüggőknek** tekinthetők. (A nemzetközi szakirodalomban gyakran használják a „klímafüggő turizmus” kifejezést is.) Ide sorolandó például a nyaralóturizmus (strandolás, napozás), a téli

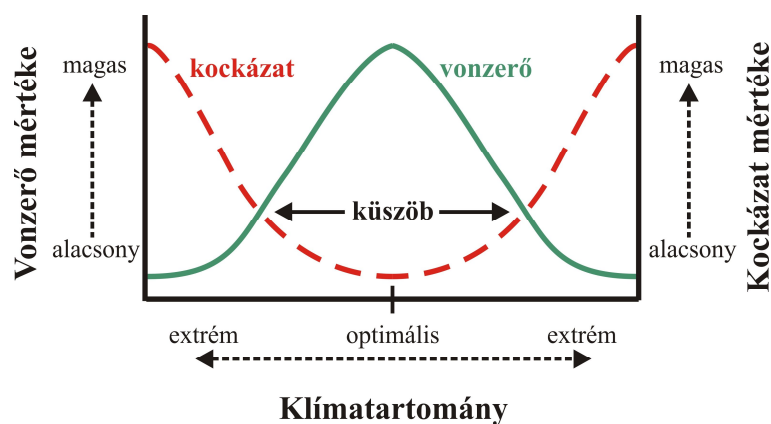
sportturizmus, a szabadtéri vízi sportok (pl. vitorlázás) vagy az egészségturizmus (klímaterápiás célból). E tevékenységek létrejötte és sikeressége elsődlegesen egy vagy több időjárási vagy éghajlati állapotthatározótól (pl. napfény, léghőmérséklet, hóborítottság) függ, melyek vonzereje a terület felkeresését generálja. Nagy szerepe van az éghajlati körülmények – látogatók által megszokott – szezonális stabilitásának (megbízhatóságának), amelynek ismeretében a látogatók azokban az időszakokban keresik fel a területet, amikor a számukra kedvező körülményekre számíthatnak.

Más esetben az időjárás vagy az éghajlat nem elsődleges erőforrás, hanem **kiegészíti** a többi alaperőforrást. Ilyen esetben nem közvetlenül generálják a turizmust, de elősegíthetik (vagy akadályozhatják) az adott tevékenység létrejöttét. Az éghajlat kiegészítő erőforrásként jelentkezik például a városnézés, a túrázás vagy akár a halászat esetében (*Smith 1993, Fagence and Kevan 1998, Gómez Martín 2005*). E tevékenységeket (vagy az ezekhez kapcsolódó turizmusfajtákat) időjárás- vagy **éghajlatérzékenynek** nevezzük (*Smith 1993*). A természeti attrakción alapuló tevékenységek mellett több – legalább részben szabadtéri – kulturális vonzerő esetében is jelentős szerepe van az időjárási vagy a klimatikus elemeknek (pl. szabadtéri múzeumok, előadások és koncertek, tematikus parkok felkeresése esetén) (*Rátz 2006*).

Az időjárási és a klimatikus viszonyok sok esetben nem elősegítik, hanem **korlátozzák** a turisztikai tevékenységeket, és **kockázatokat** rejtenek magukban (pl. egészségi, biztonsági veszély). Ez kihatással lehet a régió turisztikai kínálatára és az iránta lévő keresletre, valamint a látogatók személyes tapasztalataira és elégedettségére (*Perry 1997, de Freitas 2003, Matzarakis 2006, Scott and Lemieux 2010, Scott et al. 2012*). A legtöbb célterület rendelkezik egy ún. **turisztikai potenciállal**, ami a vizsgált terület fogadóképességének tárgyi feltételeit, lényegében a turizmus infrastruktúráját jelenti. E helyi feltételek elősegítik a meglévő vonzerők eredményes értékesítését. A vonzerők esetében szükséges, hogy azok feltárása és az azokat hasznosító turisztikai infrastruktúra kiépítettsége részben vagy teljesen kezdetleges legyen, de alkalmassá tehetők arra, hogy a térség fejlesztésének kulcsfontosságú bázisává váljanak (*Michalkó 2008*). Mivel egy terület éghajlata a turizmus által hasznosítható erőforrásnak tekinthető, a turisztikai potenciál egyik válfajaként bevezethető egy térség **turisztikai klímapotenciáljának** az értelmezése, melyet maga az éghajlat által nyújtott vonzerő és a korlátok-kockázatok viszonya alakít. Megjegyzendő, hogy *Michalkó (2008)* szerint a turisztikai vagy idegenforgalmi potenciál kifejezés a hazai és nemzetközi idegenforgalmi szakirodalomban egyaránt elterjedőben van, átfogó értelmezésére és elméleti háttérének feltárására ez idáig nem került sor. Ehhez hasonlóan az általam vizsgált tanulmányokban a turisztikai klímapotenciálra vonatkozóan sem találtam átfogó meghatározást. *De Freitas (2003)* munkájában azonosítottam először e kifejezést, és ő érzékeltette sematikusán a jellegzetességeit. Napjainkra azonban már viszonylag széles körben használatossá vált.

A **2.2. ábra** a turisztikai klímapotenciál alakulását mutatja egy képzeletbeli éghajlati tartományon (az optimálistól a szélsőséges körülményekig terjedően) (*Perry 1997, de Freitas 2003*). Az ábrán megnyilvánul a klimatikus viszonyok stimuláló vagy korlátozó szerepe. Az éghajlat által nyújtott vonzerő extrém esetekben alacsony, optimális körülmények során viszont megnő a jelentősége. Ezzel ellentétben a turista által vállalt (egészségügyi vagy biztonsági) kockázat szélsőséges klimatikus viszonyok esetén a legnagyobb, így az ilyen körülmények korlátozzák a tevékenységeket. Az összefüggésekből az is látható, hogy meghatározható egy olyan küszöbérték (a valóságban inkább egy átmeneti zóna), amelyen túl a kockázatok fokozatos növekedése gyakorlatilag ellehetetlenítheti a tevékenységek folytatását, vagy a tu-

risták elégedettsége oly mértékben csökken, hogy nem kívánják tovább folytatni tevékenységüket. A szélsőséges eseteken túl a küszöbértékek vagy -tartományok kijelölhetnek optimális éghajlati zónákat is az egyes tevékenységekre (Perry 1997, de Freitas 2003, Scott et al. 2012, Rutty 2014).



2.2. ábra: A turisztikai klímapotenciál reprezentálása sematikusan (Perry 1997 és de Freitas 2003). (Az összefüggések továbbgondolását a 2.4. ábra szemlélteti)

Az éghajlat elősegítő és korlátozó voltából következik, hogy sok esetben mint „push” (toló) vagy „pull” (húzó) **tényezőre** hivatkoznak rá (Crompton 1979). A turisztikai irodalomban „pull” tényezőnek tekinthetjük mindazon hatásokat, melyek a desztinációkhoz köthetők, és vonzerőt (húzóerőt) gyakorolva elősegítik a fogadóterület felkeresését. Ide tartoznak például olyan erőforrások, termékek és szolgáltatások, mint az éghajlat, tengerpart megléte, szállás-, rekreációs és szórakozási lehetőségek, kulturális vonzerők. Ezzel szemben a „push” tényezők a kiindulási hely azon jellemzői, melyeket a turisták a terület (ideiglenes) elhagyásával elkerülni törekednek. Ide sorolhatók például a kellemetlen időjárási és éghajlati körülmények, a rossz közbiztonság vagy a nem megfelelő egészségügyi helyzet. A „push” kifejezést gyakran szociálpszichológiai fogalomként is azonosítják, és a turistákhoz kötődő pihenési, szórakozási, egészségkereső vagy nosztalgikus vágyakat foglalják össze (Crompton 1979, Fagence and Kevan 1998, Kozak 2002, Rátz 2006). Dann (1977) észrevétele szerint az utazókhoz köthető „push” tényezők logikailag és időben is a desztinációkhoz köthető „pull” faktorok előzményeinek, előfeltételeinek tekinthetők. Egy mindennapi példával élve: hiába tartogat a fogadóterület számos attrakciót a potenciális látogató számára, ha az utazó úgy dönt, hogy mégsem keresi fel a területet, például azért, mert odahaza is megfelelőek a klimatikus körülmények (vagyis nincs meg a „push” hatás).

A „push/pull” tényezők közös vonása, hogy mindkettő a turisták utazással kapcsolatos motivációját formálja, s ezáltal a célterület kiválasztását befolyásolja. Az éghajlat **motivációt** és a **desztináció kiválasztását** befolyásoló szerepét több tanulmány is vizsgálta, általában kérdőíves felmérés formájában. Bizonyítást nyert, hogy egy adott fogadóterület klimatikus viszonyai nagyfokú motivációt jelentenek a helyszín felkeresésére (Crompton 1979, Lohmann and Kaim 1999, Morgan et al. 2000, Kozak 2002, Hübner and Gössling 2012), valamint meghatározó szerepet játszanak a desztináció kiválasztásával kapcsolatos **döntéshozatali folyamatokban** (Lohmann and Kaim 1999, Hamilton and Lau 2005, Gössling et al. 2006, Scott et al. 2008, 2012, Moreno 2010a, Scott and Lemieux 2010).

A klíma mint turisztikai erőforrás speciális, más erőforrásoktól kisebb-nagyobb mértékben eltérő **jellegzetességekkel** rendelkezik (*Gómez Martín 2005, Scott et al. 2012, Rutty 2014*). Az éghajlatra ún. szabad erőforrásként tekinthetünk, vagyis a kiegyenlített vagy fenntartható elosztásához nem igényel piaci vagy bármilyen szabályozási mechanizmust, így belőle konfliktus nem generálódhat (ellentétben például a vízzel vagy földdel). Az éghajlat megújuló erőforrás is, azaz a turisták, szolgáltatók vagy a gazdasági szektor által belőle „elfogyasztott” mennyiség nem befolyásolja a másokhoz való hozzáférését vagy a jövőbeli rendelkezésre állását. Továbbá az éghajlat kimeríthetetlen erőforrás, azaz az emberi beavatkozástól függetlenül sem csökken a jövőbeli mennyisége. Megjegyzendő, hogy a fenti jellegzetességeket a nem klímaspecifikus turisztikai szakirodalom, köztük közgazdaságtani vagy környezetgazdaságtani tankönyvek is gyakran taglalják (pl. *Kahulits et al. 1997, Dávid et al. 2007, Peszeki 2011*). E munkákban ún. szabad javakként hivatkoznak az éghajlati erőforrásra vagy annak egyes elemeire, például a napfényre. A szabad javak a természetben korlátlanul rendelkezésre álló, kimeríthetetlen és ingyenesen használható erőforrások, melyek nem emberi tevékenység eredményeképpen jönnek létre.

A klímaerőforrás további jellegzetessége, hogy nem tárolható és nem szállítható. Ez azt jelenti, hogy az adott helyre egy adott időpontban oda kell utazni, hogy a helyszínen („in-situ”) rendelkezésre álljon. Végezetül a klíma eloszlása térben inhomogén és időben változékony. A térbeli inhomogenitásából következik a már említett sajátosság, hogy bizonyos területeken elősegíthetik, míg máshol gátolhatják a turisztikai tevékenységek létrejöttét vagy fenntartását (*Gómez Martín 2005, Scott et al. 2012*). Turisztikai szemszögből nézve a klíma időbeli változékonysága napi, szezonális és éves skálán is értelmezhető, ami egy sor előnyt vagy hátrányt hordoz magában, kihatva a turisztikai kereslet és kínálat ingadozására is.

Az éghajlat időbeli változékonyságával kapcsolatban ki kell térni a **szezonalitás** fogalmának a taglalására. A szezonalitás a turizmusipar egyik legproblémásabb, legösszetettebb, ugyanakkor kevésbé kutatott területe (*Higham and Hinch 2002, Jang 2004*). A szezonalitás a turizmus volumenének évi szisztematikus fluktuációja, a turisztikai tevékenységek általában egy adott időszakra összpontosuló koncentrációja.

A szezonalitás okait alapvetően két csoportra szokás bontani: természeti és intézményi (szervezeti). Természeti okként elsődlegesen maguknak az éghajlati változóknak (lég hőmérséklet, csapadék, szélsébség, hóborítottság stb.) évi változékonysága tehető felelőssé, mind a fogadó-, mind a forrásterületre vonatkozóan. Az éghajlat évi változékonysága viszonylag stabil és kiszámítható. Az intézményi szempontokat alapvetően a társadalmi normák, szokások és a divat szabják meg, így például a vallási ünnepek ideje, az iskolai szünetek, szabadságolások (hivatalok, ipar, mezőgazdaság) vagy a sportesemények (pl. olimpiai játékok) időzítése. Ez utóbbiak is viszonylag stabilak, ugyanakkor döntéshozatal útján egy bizonyos szintig módosíthatók (*Higham and Hinch 2002, Getz and Nilsson 2004, Amelung et al. 2007*).

A szezonalitás az ingadozó kapacitás következtében kihat egy sor problémára, például a látogatószám, társadalmi aktivitás, kereslet és kínálat, profit és a foglalkoztatottság alakulására. Ezeken felül a csúcsidőszaki koncentráció környezeti következményeket is generálhat, amely egyfajta szezonális terhelést okozhat (gyakran a helyi lakosság számára is). Környezeti problémák jelentkezhetnek például a vízellátás, a hulladékkezelés, a közlekedés és a közösségi szolgáltatások területén. A szezonalitás előnyeként kiemelhető, hogy a csúcsszezon időszakon kívül valamelyest fellelőgezhet és megújulhat a terület gazdasági, társadalmi és környezeti szempontból is (*Getz and Nilsson 2004, Amelung et al. 2007*).

A szezonális problémája azokon a területeken a legjelentősebb, ahol a turisztikai kínálat eleve kevésbé diverzifikált (csak az év kis részében dominál) és/vagy nagyban támaszkodik az éghajlatra és/vagy a változó klimatikus körülményekhez való adaptációs lehetősége csékely. A legjelentősebb probléma ott mutatkozik, ahol egyetlen, ráadásul klímfüggő tevékenység dominál, például tengerparti turizmus, téli sportturizmus, néhány vízi és extrém sportra épülő turizmus esetében (*Gómez Martín 2005*).

A szezonális problémakörét leginkább annak negatív következményei felől közelítik meg, és hatásának csökkentésére különböző megoldásokat javasolnak. Legoptimálisabb megoldási lehetőség a turisztikai kínálat diverzifikációja, vagyis kiterjesztése vagy adaptálása különböző klimatikus körülményekkel jellemezhető időszakokra (több évszakra). Amennyiben lehetőség van rá, célszerű új, egész évben alkalmas tevékenységeket bevezetni. Megoldási lehetőség lehet az éghajlaton kívül valamely más erőforrás keresése és hasznosításának kiépítése. Nyitni lehet más piaci szegmens felé is (idősek, konferenciaturizmus) (*Gómez Martín 2005, Amelung et al. 2007*).

A turizmus és az időjárási vagy éghajlati viszonyok közötti kapcsolatrendszer mibenlétét, mechanizmusait vizsgáló interdiszciplináris tudományterület a **turisztikai klimatológia**. Pontos tudományági besorolása egyelőre várat magára, de alapvetően az alkalmazott klimatológia egyik ágazatának tekinthető. Legsorosabb összefüggésbe a humán-biometeorológia vagy humán-bioklimatológia tudományával hozható, kialakulásakor is annak ismeretanyagából merítkezett. A terület sokszínűségét az is mutatja, hogy az éghajlat és a turizmus közötti kapcsolatrendszer megismeréséhez a humán-biometeorológián kívül az általános meteorológia és klimatológia, a turizmuselmélet, a humán erőforrás-menedzsment, a fiziológia és a pszichológia nyújtotta ismeretek is szükségesek (*Mieczkowski 1985, de Freitas 2003, de Freitas et al. 2008*). A témakört megalapozó jelentősebb átfogó leírásoknak *Mieczkowski (1985), de Freitas (1990), Perry (1993, 1997), Smith (1993)*, majd később *de Freitas (2003), Gómez Martín (2005)* és *Scott et al. (2012)* munkái számítanak. Magát a „turisztikai klimatológia” tudományterületi elnevezést *de Freitas 2003-as* munkájában azonosítottam először, majd ezután egyre szélesebb körben elterjedté vált.

A tudományterület ugyan fiatal, de az éghajlati viszonyok turizmusra gyakorolt hatása már hosszú évszázadok óta nyilvánvaló. Az utazások egyik legjelentősebb válfajaként már egészen az ókor óta a kedvező, kellemes időjárási és klimatikus körülmények iránti vágyakozás szolgált. A 19. század végéig az utazások időzítése inkább időszakos, szezonális volt. Egyfelől az elit társadalmi rétegek a városok területéről időszakosan a kevésbé terhelőbb, tisztább és fertőzésmentesebb vidéki területekre utaztak (tengerpartok, szigetek, hegyvidékek, zöld területek). Másfelől szintén a jobb módúak gyakran célzottan klímaterápiás vagy gyógyászati célokból utaztak, hogy a klíma (pl. tengeri, magashegyi) vagy a termálvíz gyógyító hatását felhasználják egészségük, általános kondíciójuk javítására. Ez utóbbi időszakos turistaforgalom egyre stabilabbá és megszokottá vált, s a 19. század folyamán sorra alakultak ki az állandó üdülő- és (gyógy)fürdőhelyek a tengerparti területeken (kezdetben Nagy-Britanniában, Franciaországban és Németországban) vagy a termálvízforrások közelében. A szezonális „áradat” kiszolgálására (és egyre inkább azoknak is, akik már nem gyógyító célokból utaztak) szolgáltatásokat kellett biztosítani (szállás, vendéglátás). Ezzel párhuzamosan ki kellett alakítani az üdülőhelyi régió általános vonzerejét különféle természetes és mesterséges attrakciók biztosításával. E két tevékenység végeredményben elvezetett a turizmusipar kialakulásához.

A 20. század folyamán az utazások a szezonális „levegőváltás”, a gyógyító és klímaterápiás céloktól egyre inkább a kikapcsolódási, szórakozási és élvezeti lehetőségek keresése irányába tolódott. A célterületet tekintve pedig meghatározóvá vált a tengerparti üdülőhelyek felé történő orientáció, amelyben hatalmas szerepe volt a 20. században jellemző trendeknek, elsősorban a napozás és napbarnítottság iránti hóbortnak, valamint a napozás egészség- és közérzetjavító hatásának. Az üdülés egyre távolabbi helyszínekre és egyre szélesebb társadalmi rétegek számára állt rendelkezésre (Perry 1993, 1997, Fagence and Kevan 1998).

A klimatikus elemek utazásban betöltött szerepe tehát évszázadok óta meghatározó tényező, és a turizmus kialakulásában is meghatározó szereppel bírt. Ugyanakkor az 1980-as évek elejéig csekély tudományos érdeklődés mutatkozott arra, hogy az éghajlati körülmények és feltételek turizmusra gyakorolt szerepét és a kettő közötti kapcsolatrendszer vizsgálgák. A turisztikai kutatások akkoriban a turizmus volumenének meredek emelkedése miatt annak gazdasági és társadalmi hatásaira fókuszáltak (Scott et al. 2012). A csekély érdeklődés oka lehetett az is, hogy egyrészt túlságosan magától értetődőnek adódott a klíma és a turizmus közötti kapcsolatrendszer, és ezért szükségtelennek tartották annak vizsgálatát (de Freitas 2003). Másrészt az 1980-as évekig az éghajlatra többé-kevésbé mint stabil, kevésbé változó és kiszámítható tényezőre tekintettek, amelyre az emberiség csekély befolyással lehet, és a turisztikai keresletre gyakorolt hatása is elhanyagolható. Az 1980-as években az időjárási szélsőségekkel és a **globális klímaváltozással** kapcsolatos kérdéskör előtérbe kerülése jelentős szemléletváltást hozott, s a kutatások számának jelentős növekedését okozta (Amelung et al. 2007, Moreno and Amelung 2009, Moreno 2010a, Scott et al. 2012).

2.2.2. Turizmus és éghajlatváltozás

Az IPCC 2014-es értékelő jelentése szerint az éghajlati rendszer melegedése egyértelmű. Az északi féltekén az 1983 és 2012 közötti időszak valószínűleg a legmelegebb 30 éves periódus volt az elmúlt 1400 évben (közepes megbízhatósággal). A globális átlagos felszínközeli (szárazföldi és tengerfelszíni) hőmérséklet alapján 1880-tól 2012-ig 0,85 °C-os (0,65–1,06 °C) melegedés detektálható. A jelentés rendkívül valószínűnek tartja, hogy a 20. század közepétől megfigyelt melegedésnek az antropogén eredetű üvegházgázok a legfőbb okozói. Az üvegházhatású gázok folytatódó kibocsátása további melegedést fog okozni, s nagyon valószínű, hogy a nagy csapadékkal járó események egyre intenzívebbé és gyakoribbá válnak, az óceánok felmelegedése és savasodása, valamint a globális tengerszint emelkedése pedig folytatódni fog. Az elmúlt évtizedek megfigyelései szerint az éghajlatváltozás az egész világon hatással van a természeti és az ember által létrehozott rendszerekre, a meglévő kockázatokat felerősíti, és új kockázatokat hoz létre (IPCC 2014b).

Európában a megfigyelt tendenciák és a jövőre vonatkozó projekciók regionálisan eltérő változásokat mutatnak a hőmérsékletre és a csapadékra vonatkozóan (nagyfokú megbízhatósággal). A hőmérséklet tekintetében egész Európában emelkedés valószínűsíthető, a csapadékban pedig Észak-Európában növekedés, míg Dél-Európában csökkenés várható. A hőmérsékleti szélsőségek és a heves csapadékesemények gyakoriságának jelentős emelkedésére számíthatunk (magas megbízhatósággal). A klímaváltozás nagyon valószínű, hogy növeli a hőhullámok gyakoriságát és intenzitását, különösen Dél-Európában (magas valószínűséggel). Ennek kedvezőtlen hatásai továbbgyűrűznek például az egészségügy, a mezőgazdaság, az energia, a közlekedés és a turizmus szektorokra (Kovats et al. 2014).

Az éghajlat mint turisztikai erőforrás változása számos **közvetlen** vagy **közvetett hatással** járhat a turizmusiparra és a turisztikai desztinációkra. A turizmus a mezőgazdaság, energia, biztosítás és közlekedés szektorhoz hasonlóan jelentősen érzékeny a klímaváltozás hatásaira. Kitüntetett ugyanakkor abban a tekintetben, hogy a klímaváltozás indirekt módon számos egyéb környezeti erőforrást vagy attrakciót is befolyásolhat, s ennek hatása tovább- vagy visszagyűrűzhet a turizmus szektorra (*UNWTO 2008, Moreno and Amelung 2009, Gössling et al. 2012, Scott et al. 2012, IPCC 2014c*).

A turizmusra gyakorolt **indirekt hatások** javarészt negatív következményekkel járhatnak. Elsősorban a tengerparti és hegyvidéki területeket, valamint a szigetvilágot érintik érzékenyen, de városi területeken is jelentősek lehetnek. Az óceánok szintjének emelkedése, az erózió, az extrém időjárási események gyakoriságának növekedése károsan befolyásolhatja a tengerparti és a városi turizmus infrastruktúráját, illetve a területek természetes vonzerejét. Az emelkedő hőmérséklet és a hóborítottsági viszonyok megváltozása rövidítheti a téli (sí)turizmus hosszát és a síközpontok működési időszakát. A városi területeken kialakuló hőterhelés és a szélsőséges időjárási események károsan befolyásolhatják a turisták egészségét, közérzetét és a területtel való elégedettségét. A csapadékmennyiség változása hatással bír a vízkészletekre és azok elérhetőségére, illetve befolyásolja az étel- és italbiztonságot. A klímaváltozás hatással van az élővilág termelékenységére, a biodiverzitásra, s így az ökoturizmusra. Az óceánsavasodás és az óceánok vízszintjének emelkedése a korallzátonyok és a halálalomány csökkenését okozza. Az éghajlat változása elősegíti a járványok megjelenését és terjedését a fertőző betegségeket terjesztő rovarok és rágcsálók elterjedésének függvényében, ami a turizmus tér- és időbeli elterjedésére is hatást gyakorol. A klímaváltozás befolyásolja a mezőgazdaság termelékenységét is, amely kihat például a borturizmusra. Valamennyi fenti jelenség továbbgyűrűzik a turizmusiparra (pl. az anyagi kiesés, a kárelhárítási, kárenyhítési költségek és a magasabb üzemeltetési költségek révén).

A *2.2.1. fejezetben* vázoltam, hogy az éghajlat meghatározza a turisztikai tevékenységek elhelyezkedését és a turisztikai szezon hosszát. Ebből kifolyólag az éghajlat változása módosíthatja a klímaerőforrás globális tér- és időbeli eloszlását, amelyet a klímaváltozás **direkt hatásaként** azonosít a szakirodalom. A turisztikai klimatikus viszonyok eltolódása maga után vonhatja a belföldi és a nemzetközi turistaforgalom tér- és időbeli megváltozását, ami kihatással lehet a turisztikai desztinációk versenyképességére (*Scott et al. 2004, 2012, UNWTO 2008, IPCC 2014c, Kovats et al. 2014, Rutty and Scott 2014*).

Számos tanulmány vizsgálta, hogy a **turisztikai klímapotenciál** a 21. század folyamán miként **változhat meg**, és legnagyobb hányaduk hasonló eredményre jutott. A magasabb földrajzi szélességeken fekvő területeken (Európa és Amerika északi részein, vagyis például a skandináv országokban, Nagy-Britannia és Kanada területén) nyáron a klimatikus viszonyok kedvezőbbé válása valószínűsíthető, s ez az átmeneti évszakokra is kitolódhat. E tendenciából következően az is lehetséges, hogy az északi területek belföldi turizmusa és a nemzetközi turistaérkezések száma növekedhet a nyári időszakban. Alacsonyabb szélességeken (pl. a Mediterráneum területén, a Karibi-térségben vagy Mexikóban) viszont a turizmus éghajlati feltételei kedvezőtlenebbé válhatnak nyáron. Ugyanakkor az átmeneti évszakokban (tavasszal és ősszel) a klimatikus viszonyok javulása valószínűsíthető a déli területeken. Jelentősebb változások a 21. század második felében valószínűek (*Morgan et al. 2000, Scott and McBoyle 2001, Scott et al. 2004, Hamilton et al. 2005, Amelung and Viner 2006, Amelung et al. 2007,*

Nicholls and Amelung 2008, Hein et al. 2009, Perch-Nielsen et al. 2010, Amelung and Moreno 2012, Amengual et al. 2012).

A turisztikai klimatikus viszonyok várható tendenciáit tekintve tehát jelentős az egyetértés, viszont kevés egyelőre az ismeretünk arra vonatkozóan (mind a kutatások száma, mind az információk minősége alapján), hogy a klímaváltozás a turizmusipart hogyan befolyásolhatja, és az egyes desztinációk hogyan és milyen eszközökkel tudnak **alkalmazkodni** a klímaváltozás elkerülhetetlen hatásaihoz. Az alkalmazkodás szolgálhatja egyrészt a kockázatok minimalizálását, de az esetleges lehetőségek hasznosítását is.

A témán belül jelentős kihívást jelent az is, hogy nem ismertek a turisták **viselkedési reakciói** a klímaváltozás révén megváltozó viszonyokkal kapcsolatban. Az bizonyos, hogy a turizmus szereplői közül a turisták alkalmazkodóképessége a legnagyobb, ugyanis a helyszínt, az időzítést, az utazás gyakoriságát vagy az utazás során végzett tevékenységet (pl. tengerparti fürdőzés vagy városnézés) is elvileg rugalmasan tudják alakítani. Természetesen ez az anyagiak, a rendelkezésre álló idő és az információszolgáltatás függvénye. A turisztikai szolgáltatók adaptációs lehetőségei ezzel szemben jóval korlátozottabbak, különösen a nagy, helyhez kötött beruházások esetében (pl. üdülőkomplexumok) (*UNWTO 2008, Gössling et al. 2012, Scott et al. 2012, Rutty 2014*).

A turisták viselkedési reakcióinak feltérképezése érdekében **kérdőíves vizsgálatok** indultak meg az elmúlt néhány évben. A felmérések gyakran arra irányulnak, hogy a turisták által optimálisnak, elfogadhatónak vagy éppen elfogadhatatlannak tartott klimatikus körülményeket azonosítsák. E vizsgálatok közül néhány megkérdőjelezte azt az előbbieken is említett, sokak által elfogadott kutatási eredményt, hogy a mediterrán térség „túl forróvá” válik, és esetlegesen a nemzetközi turistaérkezések száma csökkenhet. Például *Rutty and Scott (2010)* szerint nem valószínű, hogy a következő néhány évtized során a mediterrán térségben az éghajlati feltételek kedvezőtlenebbé válhatnak. Kérdőíves felmérésüket észak-európai egyetemistákkal végezték, s összevetették a turisták városi és tengerparti turizmusra vonatkozó klimatikus értékeléseit a térségben várható jövőbeli éghajlati viszonyokkal. *Moreno and Amelung (2009)* hasonlóan arra a következtetésre jutott egy turisztikai klímaindex által jelzett tendencia alapján, hogy a következő ötven évben a mediterrán térség éghajlati feltételei csak kismértékben változhatnak, és Európa legjelentősebb nyári üdülőterülete maradhat. Észak-európai utazókkal végzett kérdőíves felmérés alapján *Moreno (2010a)* azt találta, hogy a legtöbb turista még akkor is elutazna a mediterrán térségbe, ha az általuk a tengerparti turizmushoz kötött „ideális időjárási körülmények” a klímaváltozás következtében a küldő területen is megtalálhatók lennének. E három példa is jelzi, hogy a turisták szubjektív értékelése nem feltétlenül van összhangban a tisztán objektív alapú eredmények által jelzett tendenciákkal. A turisták értékelésének és reakcióinak megértése elengedhetetlen a klímaerőforrás globális földrajzi és időbeli elterjedésének vizsgálatában és a változások elemzésében (*Gómez Martín 2005, 2006, de Freitas et al. 2008, Scott et al. 2008, Amelung and Moreno 2012, Gössling et al. 2012*). A jelenlegihez képest ugyanakkor jóval szélesebb körű vizsgálat sorozat szükséges a jövőben mind az éghajlati információk által jelzett tendenciák, mind a turisták reakcióinak megismerése céljából.

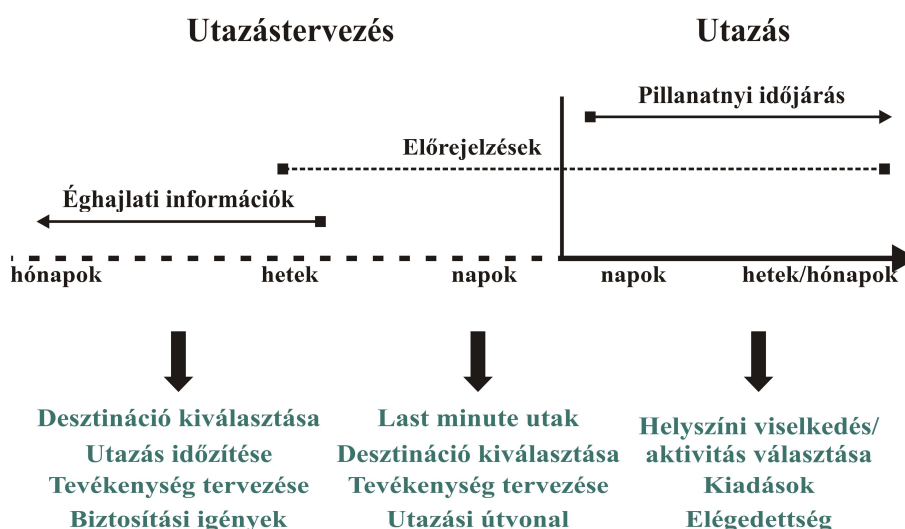
2.2.3. Időjárási és éghajlati információk, szerepük a turizmusban

A turisztikai klimatológiai és a klímaváltozást tagláló kutatások **időjárási és éghajlati információkat** igényelnek a turisztikai célterületek éghajlati feltételeinek alakulásáról és annak változásáról. Ezen információk elengedhetetlenek a turizmus szektor szereplői, így a turisták, a turizmusfejlesztők és szolgáltatók, valamint a kormányzati szervek számára. A turisztikai szolgáltatóknak az éghajlati információk ismeretében lehetőségük nyílik például a szezonális kockázatának csökkentésére, ha például növelni tudják a kínálatot a csúcsforgalmi időszakon kívül, míg a turisták a megfelelő helyszínt és időpontot, illetve tevékenységformát tudják optimálisabban kiválasztani.

Az időjárási és éghajlati információk mérések, megfigyelések vagy időjárási és éghajlati modellek által származhatnak. A 21. század technikai forradalma a turisztikai információk terjesztésében is jelentős áttörést hozott. A nyomtatott anyagok mellett elektronikus dokumentumok, internetes források, audiovizuális tartalmak, mobilapplikációk, valamint intelligens (smart) eszközök is rendelkezésre állnak. Az új technológiákkal szélesebb rétegeket lehet megszólítani, nagyobb és személyre szabottabb információtartalmat lehet átadni jóval gyorsabban. Az információ nagyobb mennyisége lehetővé teszi, hogy a szolgáltatásokat össze lehessen hasonlítani, s így a döntéshozatal nagyobb autonómiával rendelkezzen (UNWTO 2016b).

Az időjárási és a klímainformációk időbeli terjedelme a néhány órás előrejelzésektől (nowcasting), a rövid távú és középtávú időjárás-előrejelzéseken (néhány nap) keresztül a néhány évtizedre vonatkozó mérési adatokig vagy éghajlati projekciókig tart.

A 2.3. ábra a különböző időtávú meteorológiai és éghajlati információk (hosszabb távú adatok, időjárás-előrejelzések, pillanatnyi információk) turisták döntéshozatalában betöltött szerepét illusztrálja az utazás előtti és az utazás alatti időszakokban. A **hosszú távú** éghajlati információk leginkább a célterület kiválasztásában és az ott folytatandó tevékenységek (pl. strandolás, túrázás, városnézés) tervezésében, valamint az utazás időzítésében (pl. melyik évszakban vagy hónapban utazzanak) játszanak szerepet.



2.3. ábra: Meteorológiai és éghajlati információk szerepe a turisták döntéshozatala során (Scott and Lemieux 2010)

A **rövidebb távú** időjárás-előrejelzések hatása részben az előzőhöz hasonló. Ugyanakkor különösen a nowcasting előrejelzések esetenként a konkrét utazási útvonal kiválasztását is befolyásolhatják (pl. a havazással érintett útszakasz elkerülése), valamint meghatározhatják a közlekedési eszköz típusát, továbbá a ruházat kiválasztását is. Emellett jelentős szerepe lehet az utazás programtervének összeállításában (az egyes tevékenységek időzítése a várható időjárás figyelembevételével), valamint főként a belföldi last minute utazások (melyek az utazás időpontja előtt nem sokkal kerülnek értékesítésre) tervezésében.

A látogatás alatti **pillanatnyi időjárás** befolyásolhatja a tevékenységek típusát és ütemezését, valamint a célterületre vonatkozó általános elégedettséget. Többnapos kellemetlen időjárás – főként, ha valamilyen alternatív, áthidaló (pl. beltéri) tevékenységet nem tud a terület biztosítani – elégedetlenséget, kellemetlenséget szülhet, s esetlegesen a nyaralás lerövidítését vagy egy másik célterületre való utazást vonhatja maga után (*Gómez Martín 2005, Scott and Lemieux 2010*).

A turizmusfejlesztők és szolgáltatók, valamint a célterületeken dolgozók a hosszabb távú (pl. harmincéves) klímainformációkat **felhasználhatják** számos infrastrukturális tervezéskor (pl. üdülőhelyek elhelyezkedése, létesítmények tervezése, beruházási döntések, építés ütemezése, biztosítási igények). Egyre nagyobb jelentősége van a hosszabb távú időjárás-előrejelzéseknek és az éghajlati projekcióknak a klímaváltozás hatásainak elkerülésében vagy a hozzájuk való alkalmazkodásban (pl. beruházási döntések, bevételek alakulása, szezonális foglaltság előrejelzése, biztosítási igények alakulása, marketingtevékenységek, munkahelyteremtés, veszélyhelyzeti felkészültség). Az időjárás-előrejelzések befolyásolhatják többek között a szabadtéri tevékenységek tervezését (pl. kirándulásszervezés), a különböző karbantartások ütemezését és az alkalmazottak beosztását. A pillanatnyi időjárásnak a kockázatkezelésben (szélsőséges időjárási események hatása, lavinakockázat), az operatív működésben (pl. hóágyúzás szükségessége) és számos marketingtevékenységben (pl. a vonzó klimatikus körülmények vagy események webkamerás felvételekkel való reklámozása) van szerepe. A már hazánkban is elterjedt különféle időjárás-biztosítások (jóidő-biztosítások) kialakítása is éghajlati vagy időjárási információt igényel, amely lehetőleg az adott tevékenységtípushoz (pl. tengerparti üdülés) illeszkedik, és a turisták hosszú távú tapasztalataival is összhangban van.

Mindmáig kevés kutatás foglalkozott azzal, hogy milyen éghajlattal kapcsolatos információk szükségesek a turisták és a szolgáltatók számára, és melyek befolyásolják leginkább a turisták utazástervezési folyamatát (*de Freitas 2003, Gössling et al. 2006, 2012, Scott et al. 2008, 2012*). A turisztikai klimatológiai információk szolgáltatásakor kulcsfontosságú annak az eldöntése, hogy mely és mennyi **meteorológiai** vagy **klimatológiai paraméter** (pl. léghőmérséklet, csapadék, szélesebbesség, felhőzet, hóborítottság, UV-sugárzás) szükséges és elégséges a klimatikus viszonyok értékelésére. Nehézséget okoz az is, hogy a különféle turisztikai célterületek és tevékenységformák éghajlati feltételeinek jellemzése más és más mennyiségű és jellegű paramétert igényel. Újabb kérdést vet fel, hogy amennyiben több paraméter is releváns az adott területen vagy az adott tevékenység esetében, ezek hatását külön-külön vagy együttesen érdemes jellemezni. Újabb problémába ütközik, hogy mit tekintünk – akár az egyes paraméterek, akár ezek összetett hatása szintjén – az egyes tevékenységek szempontjából optimális, elfogadható vagy éppen alkalmatlan időjárási vagy klimatikus körülménynek, s ezek hogyan hozhatók összefüggésbe a turisták tényleges tapasztalataival és értékeléseivel (*Matzarakis 2006, Scott et al. 2008*).

2.2.4. Az éghajlati információk turisztikai értékelésének alapelvei

Az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb hangsúly fordítódott olyan **értékelő eszközök** kifejlesztésére, melyek számszerűsíteni tudják az éghajlati körülmények hatását abból a szempontból, hogy azok mennyire alkalmasak a különféle turisztikai tevékenységek tekintetében. A korai éghajlati indexek kidolgozása még nem speciálisan turisztikai klimatikus célokból történt, hanem az alkalmazott klimatológia és a humán-biometeorológia akkori ismeretanyagából merítkezett. Az 1980-as évek elejétől fejlesztettek ki speciálisabb, a turisztikai klíma értékelésére egyre alkalmasabb mutatókat.

Abegg (1996) és *Matzarakis (2006)* a turisztikai klimatikus célokra is alkalmazható eszközök három csoportját különítette el: **elemi**, **bioklimatikus (termikus)** és **kombinált (összetett) mutatók**. Az **elemi indexek** általában csak egy-egy meteorológiai változó (pl. léghőmérséklet, napfénytartam, csapadék) vagy ennek egyszerű kombinációjára épülnek, s a mai, korszerű tudásunk szerinti termofiziológiai relevanciával nem rendelkeznek. Ez azt jelenti, hogy nem veszik figyelembe az emberi szervezet hőszabályozási mechanizmusait, s így nem fejezik ki megfelelően a légköri paraméterek emberi szervezetre (egészségre és közérzetre) gyakorolt termikus hatásait.

Egyik legismertebb elemi mérőszám az ún. sörkerti napok száma, amely alatt egy időszak (év, hónap) azon napjainak a számát értjük, amikor a helyi 21 órakor mért léghőmérséklet 20 °C felett alakul. Egy további példa a turisztikai klimatológiai szakirodalomban gyakran hivatkozott *Davis (1968)* által megalkotott klímaindex, amely a (jelentős turistaforgalommal bíró) nyári időszakban uralkodó átlagos maximum-hőmérséklet, napfénytartam és csapadékmennyiség egyszerű súlyozott összegén alapul:

$$I = 18 \times T_{max} + 20 \times S - 0,276 \times R + 320 . \quad (1)$$

Az összefüggésben T_{max} az átlagos napi maximum-hőmérséklet (°C), S az átlagos napi napfénytartam (óra), R a teljes csapadékmennyiség (mm) a június és augusztus közötti időszakra vonatkozóan.

Az elemi indexek említett hiányosságát hivatottak pótolni a **bioklimatikus (termikus) indexek**, mely csoporton belül elkülöníthetünk ún. empirikus (egyszerű), valamint komplexebb, ún. racionális (humán-energiaegyenlegen alapuló) indexeket. Az **empirikus bioklimatikus mutatók** kevés meteorológiai változót igényelnek, mérésük vagy beszerzésük nem ütközik nehézségekbe, és egyszerű, tapasztalati összefüggések révén könnyen számolhatók. Az empirikus indexek csoportjába sorolhatók az ún. „windchill típusú” indexek, melyek a magas földrajzi szélességű területeken az alacsony hőmérséklet és nagy szélsébség együttes hatásán keresztül jellemzik a hőérzetet és a szervezetre gyakorolt hidegstressz mértékét a konvektív hővesztés révén létrejövő kihűlés vagy (el)fagyás kockázatával együtt (*Steadman 1971, Dixon and Prior 1987*). Az alacsony földrajzi szélességeken a Humidex (*Masterton and Richardson 1979*) vagy a Heat index (*Steadman 1979, Rothfus 1990*) nevű empirikus mérőszám szolgál egy elterjedt mutatóként a termikus stressz és a hőérzet számszerűsítésére. Ezeken az általában forró és fülledt viszonyokkal bíró területeken a magas léghőmérséklettel kombinálódó magas légnedvesség akadályozhatja az evaporatív hővesztést, s ezáltal extrém meleg terhelést okozhat. A Humidex és a Heat Index ezt a hatást hivatottak számszerűsíteni.

Az empirikus indexek egy részét napjainkban is használják a meteorológiai gyakorlatban (pl. az USA, Kanada és Ausztrália területén). Hátrányuk ugyanakkor, hogy csak szélsőséges körülmények között használhatók. Ezenfelül az elemi indexekkel ellentétben ugyan már van termofiziológiai relevanciájuk, de mai ismereteink szerint ez már nem kielégítő. Nem veszik számításba ugyanis az emberi szervezetre gyakorolt termofiziológiai hatásokat számszerűsítő legfontosabb paramétereket, így például a szélsébséget és a rendkívül nagy jelentőséggel bíró hőhatású sugárzási komponenseket (*Mayer and Höppe 1987, Jendritzky 1993, Mayer 1993, VDI 1998, Ali-Toudert 2005*). A hőhatású sugárzás kulcsfontosságú paraméter a humán-biometeorológia területén, ugyanis szabadtéren és elsősorban napsütéses időben ez határozza meg leginkább az egyének hőérzetét (*Ali-Toudert and Mayer 2006, Gulyás et al. 2006*). Különösen nagymértékű termikus stressz alakulhat ki például egy meleg nyári napon, ha erős direkt napsugárzásnak tesszük ki szervezetünket, vagy például egy szeles téli napon, miközben árnyékos területen tartózkodunk (*Höppe 1999*).

A probléma kiküszöbölésére olyan racionális modelleket és ezekből származtatható **racio-nális bioklimatikus indexeket** fejlesztettek ki, melyek már komplex módon figyelembe veszik az emberi test és környezete között kialakuló hőcserefolyamatokat és az emberi szervezet hőszabályozási mechanizmusait. E racionális indexek az összes olyan meteorológiai, illetve személyes tényezőt számításba veszik, melyek az ember és a környezete között lejátszódó termikus folyamatokban kulcsfontosságú szereppel bírnak. Így számolnak a léghőmérséklet, a légnedvesség, a szélsébség, valamint a rövid- és hosszúhullámú sugárzási komponensek hatásával, továbbá a legfontosabb személyes jellemzőkkel, így a ruházat hőszigetelő képességével, az emberi aktivitás intenzitásával összefüggő hőtermeléssel, a magassággal, a súllyal, a korral és a nemmel.²

Az egyik legismertebb racionális bioklímaindex az ún. **Fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet (Physiologically Equivalent Temperature – PET)** (*Höppe 1999*). Az indexet széles körben használják az alkalmazott klimatológia területén, köztük turisztikai célokra is. (A PET-indexet részletesen a *4.1.1. fejezetben* mutatom be.) Az említett, *Matzarakis (2006)*-féle klímaindex-osztályozás szerint például a PET önmagában használható a turisztikai klímapotenciál számszerűsítésére. *De Freitas et al. (2008), Moreno (2010b)* és *Lin et al. (2015)* ugyanakkor a PET (és általában a bioklímaindexek) önmagában vett turisztikai célú alkalmazásával nem értenek egyet. Kiemelik részben, hogy a bioklímaindexek nem veszik figyelembe, hogy a turisták ténylegesen hogyan értékelik a termikus körülményeket. Másrészt hangsúlyozzák, hogy a komplex turisztikai értékelésekhez nem elegendő pusztán a termikus elemek hatásával számolni. A célterületen kialakuló közérzetre és elégedettségre ugyanis nemcsak a hőérzettel összefüggő termikus klímaadatok, hanem azok fizikai és esztétikai megnyilvánulásai is jelentős hatással lehetnek (*de Freitas 2003, Mansfeld et al. 2007, de Freitas et al. 2008, Moreno and Amelung 2009, Moreno 2010b, Scott et al. 2012, Rutty 2014, Lin et al. 2015*).

Utóbbi hátrányt igyekeznek kiküszöbölni az említett osztályozási rendszer harmadik csoportjába tartozó mutatók, az ún. **kombinált (összetett) indexek**. Napjaink legszélesebb körben elterjedt és legalkalmasabbnak tartott, turisztikai klimatikus célokra alkalmazható mérő-

² A ruházat hőszigetelésének mértékét ún. ruházati egységekben (clo-unit) adják meg. 1 clo = 0,155 K/(W/m²) egy tipikus utcai vagy üzleti öltözet hőszigetelő képességének felel meg. A belső hőtermelés értékét vagy az egész, vagy egy egységnyi testfelületre vonatkozóan adják meg (tehát mind W, mind W/m² egység alkalmazható). Utóbbi átváltható az ún. metabolikus egységekre (met), ahol 1 met = 58 W/m² a nyugodtan, egy helyben ülő személy belső hőtermelése (*Kántor 2012*).

számai e csoportba sorolhatók. A kombinált indexek mögött az az elvi alapfeltevés áll, hogy az emberek nem külön-külön az egyes klimatikus állapotjelzőkre, hanem azok együttes hatására reagálnak (Mieczkowski 1985, de Freitas 1990, 2003, Höppe 1993, Gössling et al. 2006, Lin et al. 2015). Ezek a különböző paraméterek többféle módon is kifejezhetik hatásukat az emberre: fiziológiailag, fizikailag és pszichológiailag (Gómez Martín 2005). A hatásuk jellege alapján de Freitas (2003) a turizmusra befolyással bíró fő klimatikus paramétereket három tényezőcsoportba sorolta: **termikus, fizikai és esztétikai** (2.1. táblázat).

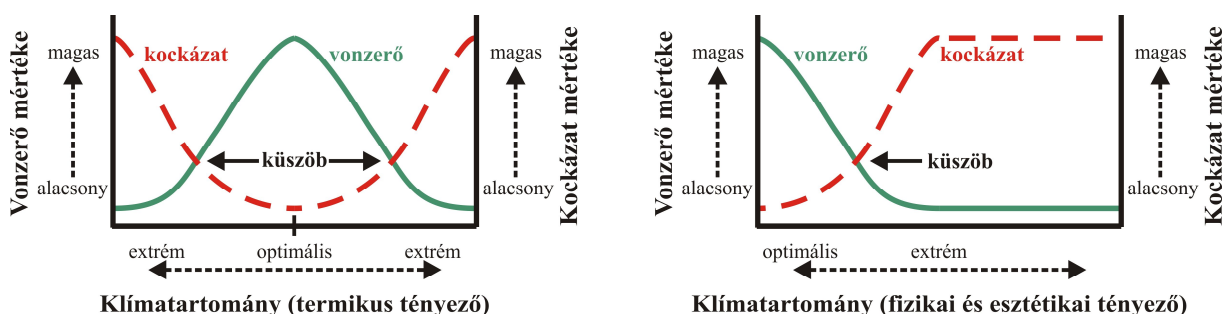
A **termikus tényezők** közé tartozik a bioklimatikus indexek esetében említett valamennyi, hőcserefolyamatot és hőháztartást befolyásoló paraméter. E változók szabják meg a szervezetre ható termofiziológiai stressz mértékét, valamint alakítják ki az egyének hőérzetét és komfortérzetét. A **fizikai tényezők** mechanikai (fizikai) hatásukon keresztül közvetve vagy közvetlenül befolyásolják az egyének kényelmét és elégedettségét. Ide tartoznak például a különböző csapadékfajták vagy a szél fizikai hatása. Utóbbi kapcsán említhető kellemetlen körülmény például a tengerparton a személyes tárgyainkban esett kár (napernyő elrepülése) vagy a szemünkbe szálló homok. Az **esztétikai jellegű tényezők** a környezet vizuális észlelését, ezáltal vonzerejét és élvezeti értékét befolyásolják (pl. napfény, felhőzet, látástávolság). Például sokkal nagyobb élvezeti értékkel bír egy természeti vagy épített örökség szépsége derült vagy kissé felhős égboltviszonyok és jó látási körülmények között (2.1. táblázat).

2.1. táblázat: A turisztikai tevékenységeket befolyásoló fő éghajlati tényezők és jelentőségük (de Freitas 2003 után módosítva)

Tényező-csoport	Éghajlati tényezők	Jelentőség	Hatás jellege
Termikus	léghőmérséklet, szélsebesség, légnedvesség, hőhatású (IR) sugárzás	fiziológiai stressz, hőérzet, termikus komfort	termofiziológiai/biológiai (bioklimatológiai)
		klímaterápia	
Fizikai	UV-sugárzás	egészség, napozás, napégés	fiziológiai/biológiai (bioklimatológiai)
	levegőminőség	egészség, allergia, közérzet	fizikai/mechanikai
	szél	por, homok, vagyoni kár	
	eső	elázás, csökkent látási viszonyok és élvezet	
	hó	téli sportok, tevékenységek	
	jegesedés	személyi sérülés, vagyoni károk	
Esztétikai	napfénytartam/felhőborítottság	terület vonzereje, élvezeti értéke, vizuális komfort	pszichológiai/vizuális
	látási viszonyok, köd		
	nappal hossza	tevékenységek időtartama, kellemessége	
de Freitas (2003) szerint		de Freitas (2003) után módosítva	

Finomítva a 2.2. ábrán látható összefüggéseket, a fenti három tényezőcsoport turizmusra gyakorolt hatása könnyebben megérthető (2.4. ábra). A vonzerő és a kockázat viszonyát Perry (1997) és de Freitas (2003) után Scott et al. (2012) gondolta tovább. Alapgondolata szerint az eredeti kétirányú, parabolikus összefüggés általában csak a termikus tényezőkre vonatkozik. Szélsőségektől mentes körülmények esetén termofiziológiai stressz nem jellemző,

s a hőérzet és a komfortérzet is optimális. Szélsőséges éghajlati körülmények felé tartva viszont mindkét irányban növekszik a fiziológiai stressz mértéke, és a hőérzet és komfortérzet is szélsőséges irányba módosul. A fizikai és esztétikai tényezők esetében ugyanakkor inkább egy irányban történik a változás, vagyis egy adott küszöbérték felett a vonzerő erőteljesen lecsökken, míg a kellemetlen körülményeknek való kitettség kockázata folyamatosan emelkedik. Ha még tovább szeretnénk árnyalni a képet, azt lehet mondani, hogy az esztétikai tényezők esetében a vonzerő kevésbé hirtelen csökken, míg a kockázat nagysága ebben az esetben elenyésző. Például már akár egy gyenge csapadéktevékenység megindulása vagy a szélesebbé kisebb mértékű növekedése is gyorsan és erőteljesen csorbítani tudja a terület vonzerejét. Ugyanakkor például a napsütés átmeneti megszűnése, a felhőzet megnövekedése csökkentheti ugyan a vonzerőt, de ennek korlátozó hatása általában kisebb, mint a fizikai tényezők esetében. A felhősödés által okozott tevékenységhatározás pedig a legtöbb esetben kevésbé jelentős az előbbiekhöz képest (természetesen nem ide értve a napozást), kockázatot pedig lényegében nem rejt magában (Scott et al. 2012).



2.4. ábra: Az éghajlat termikus, fizikai és esztétikai tényezőinek sematikus reprezentációja a turisztikai klímapotenciál alakulásában (Perry 1997, de Freitas 2003, Scott et al. 2012)

A turisztikai klimatológiában használható korszerű értékelő módszerekkel szemben támasztott elvárásokat de Freitas és munkatársai foglalták össze (de Freitas 2003, de Freitas et al. 2008). Véleményük szerint egy korszerű turisztikai klimatikus indexnek a légköri környezet termikus, fizikai és esztétikai megnyilvánulását is figyelembe kell venni. A termikus komponenseinek valamely humánenergiaegyenleg-alapú modellből levezethető indexre kell támaszkodnia. Kíváncsú továbbá, hogy az értékelő eszköz empirikusan tesztelve (validálva) legyen a lakosság vagy a turisták szubjektív véleményét alapul véve. Hangsúlyozzák, hogy a legmegfelelőbb validálási módszer maguknak a célszemélyeknek a megkérdezésén alapul (pl. „in-situ”, vagyis helyszíni kérdőívek útján). A gazdasági indikátorok, mint például a látogatószám, a férőhely-kapacitás kihasználtsága viszont kerülendők, mivel ezeket klimatikus okokon kívüli szempontok is befolyásolhatják.

A **kérdőíves felmérés** útján végzett **validáció** központi eleme a termikus éghajlati tényezőkkel kapcsolatos értékelések, a termikus viszonyokra adott pillanatnyi reakciók feltérképezése. Ennek során általában vagy külön-külön az egyes paraméterekre (lég hőmérséklet, légnedvesség, szélesebbesség, napsugárzás) vonatkozó érzetet (a termikus alapparaméterek **percepcióját**), vagy a paraméterek összetett hatásaként kialakuló **szubjektív hőérzetet** vizsgálják. A szubjektív hőérzet kérdőíves felmérése nominális kategóriákkal ellátott speciális szemantikus differenciálskálákon történik. Leggyakrabban az Amerikai Épületgépész-mérnökök Egyesületének (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers – ASHRAE) által kifejlesztett hétfokozatú skálát használják (ún. standard ASHRAE-skála,

ASHRAE 2004). E skála hét fő hőérzeti kategóriát foglal magában, a hidegtől a meleg kategóriáig terjedve: hideg, hűvös, enyhén hűvös, neutrális, enyhén meleg, meleg és forró. A szakirodalomban kisebb számban három és öt fokbeosztású hőérzeti skálákra is találunk példát. A szabadtéri termikus komfort és a turisztikai klimatológiai tanulmányokban egyre nagyobb számban használják a kilenc fokbeosztású skálát, amelyben az eredeti ASHRAE-skála két ellentétes vége egy-egy extrém kategóriával ki van egészítve (nagyon hideg, nagyon forró).

A turisztikai klimatológia mindmáig egyik legvitatottabb kérdése, hogy a napjainkig kifejlesztett mérőszámok megfelelőek-e, egyáltalán megalkotható-e egy olyan, standard módszereken nyugvó index, amellyel korrekt módon számszerűsíthetők, s ezáltal összevethetők a különböző területek éghajlati viszonyai és azok turisztikai klímapotenciálja. Mivel a korszerű szakirodalom a kombinált indexeket tartja a legalkalmasabb mérőszámoknak a turisztikai klímapotenciál jellemzésére, és őket alkalmazza legnagyobb számban, dolgozatomban további részei a kombinált indexeken alapulnak. A következő fejezetben részletesen bemutatom a legfontosabb kombinált eszközöket.

2.3. A turisztikai klíma értékelése

2.3.1. Turisztikai klíma index (TCI)

A *Mieczkowski (1985)* által kifejlesztett **Turisztikai klíma index (Tourism Climatic Index – TCI)** nem új keletű, ugyanakkor napjainkban is széles körben alkalmazott összetett index, amely a klimatikus viszonyok általános szabadtéri turisztikai tevékenységekre (pl. városnézés, kikapcsolódás és egyéb könnyű fizikai tevékenységek) gyakorolt hatását számszerűsíti. A TCI az elmúlt évtizedek legszélesebb körben használt turisztikai klimatikus mutatója (*Scott et al. 2012*). Létrehozásakor egyik fő szempontként *Mieczkowski* azt tartotta, hogy olyan (időbeli felbontású) meteorológiai alapadatokra támaszkodjon, melyek szerte a világon egyszerűen mérhetők és könnyen hozzáférhetők, s így lehetőséget teremtenek a turisztikai klímapotenciál egységes értékelésére és összehasonlítására.

Az index hét, a turizmus számára releváns meteorológiai paraméter havi értékeire épül. A hét alapparamétert öt al-indexbe integrálja (2.2. táblázat). Az alapparaméterek közül hármát (csapadék, napfénytartam, szélsébség) önmagában értékeli különböző pontértékekkel, míg a léghőmérséklet és a légnedvesség mutatókat egymással kombinált formában veszi figyelembe (ún. nappali és napi komfortindex formájában). A három önálló paramétert egy 0 (kedvezőtlen) és +5 (optimális) között futó skálán, míg a termikus komfortviszonyokat kifejező kombinált tényezőket –3 és +5 közötti pontrendszer szerint értékeli (2.2. táblázat, 2.5–6. ábra).

Az öt al-indexet végül – relatív fontosságuk alapján – különböző súlyokkal veszi figyelembe az index végső értékének kiszámításához:

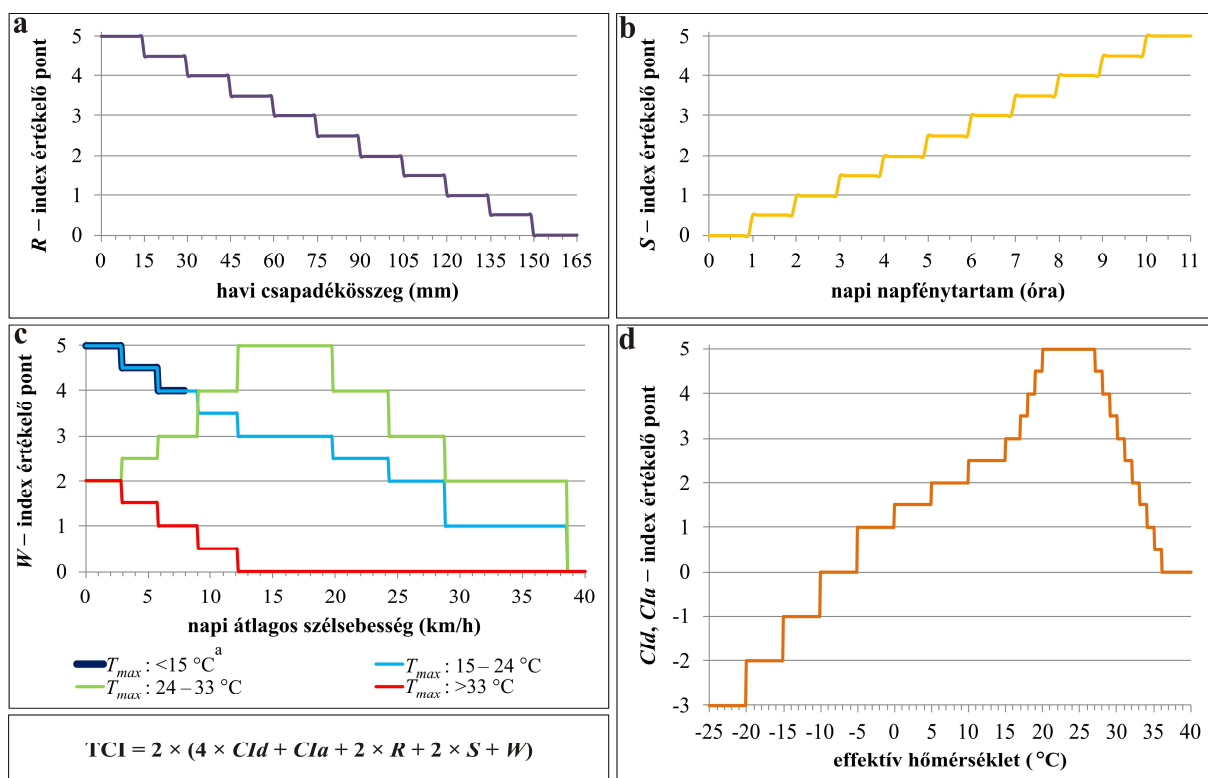
$$TCI = 2 \times (4 \times CId + CIa + 2 \times R + 2 \times S + W). \quad (2)$$

A termikus komfortviszonyokat két al-index, a **nappali komfortindex (CId)** és a **napi komfortindex (CIa)** jellemzi. A szerző meglátása szerint legnagyobb fontossággal (súllyal) a CId tag bír, mivel ez a tényező a nap legnagyobb turisztikai forgalommal jellemezhető időszakában (kora délután) uralkodó termikus viszonyokra vonatkozik. Ennek megfelelően ez az al-index a napi maximum-hőmérsékleten és minimum relatív nedvességen alapul. A CIa tag

jóval kisebb súlyát pedig azzal indokolja a szerző, hogy ez a tag egész napra vonatkozó információtartalmat hordoz magában, tehát figyelembe veszi az éjszakai időszakot is, amikor csekély számú turista tartózkodik szabadtéri környezetben. Ez az al-index a napi átlaghőmérsékleten és átlagos relatív nedvességen alapul (2.2. táblázat).

2.2. táblázat: A Turisztikai klíma indexet (TCI) felépítő al-indexek és az ezeket alkotó alapparaméterek, értéktartományuk, turisztikai jelentőségük, valamint súlyozásuk (Mieczkowski 1985 után módosítva)

Klímaparaméterek havi értékei	TCI al-index	Értéktartomány	Turisztikai jelentőség	Súly
napi maximum-hőmérséklet (°C) napi minimum relatív nedvesség (%)	nappali effektív hőmérséklet (°C) <i>CId</i> : nappali komfortindex	-3 és +5 között	a termikus komfortviszonyokat írja le a turisztikai aktivitás napi csúcspontjának idején (általában 12–16 óra között)	40%
napi átlaghőmérséklet (°C) napi átlagos relatív nedvesség (%)	napi effektív hőmérséklet (°C) <i>CIa</i> : napi komfortindex	-3 és +5 között	a teljes napra vonatkozó termikus komfortviszonyokat jellemzi	10%
havi csapadékösszeg (mm)	<i>R</i> : csapadékindex	0 és +5 között	negatívan hat a szabadtéri tevékenységekre és a közérzetre	20%
napi napfénytartam (óra)	<i>S</i> : napfénytartam-index	0 és +5 között	pozitívan hat a szabadtéri tevékenységekre és a közérzetre	20%
napi átlagos szélsősebesség (km/h)	<i>W</i> : szélsősebesség-index	0 és +5 között	hatásának jellege (pozitív/negatív) a maximum-hőmérséklettől függ	10%



^a 8 km/h-nál nagyobb szélsősebesség esetén a „wind chill” nomogram használatos (Függelék 1. ábra)

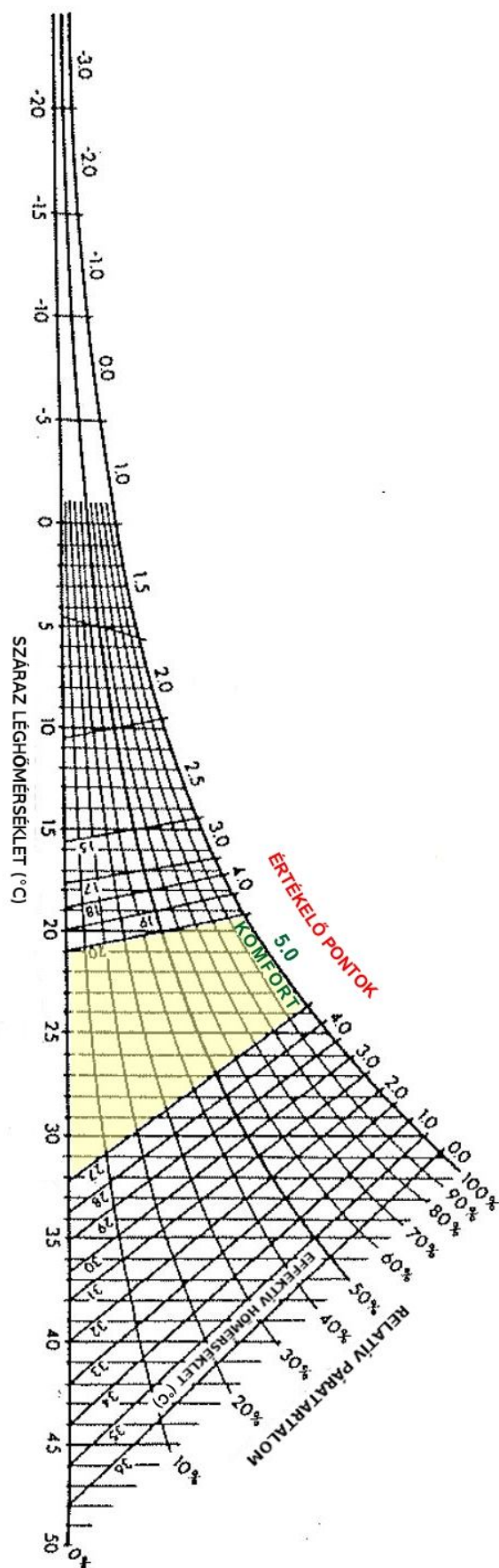
2.5. ábra: A Turisztikai klíma index (TCI) egyes al-indexeinek értéktartományai (szerkesztette Kántor N., Kovács et al. 2017)

A nappali és a napi komfortindex értékelő pontrendszere valójában az egyik legkorábbi, egyszerű empirikus termikus indexen, az ún. **effektív hőmérséklet** (Effective Temperature – ET) értékén alapul, amely a léghőmérséklet, valamint a relatív nedvesség termikus komfortra gyakorolt együttes hatását fejezi ki (2.2. táblázat). Az indexet eredetileg *Houghten and Yaglou (1923)* fejlesztette ki. Kidolgozása során nagyszámú tesztalanyt vetettek vizsgálat alá, akik ún. klímakamrákban tartózkodtak. Ennek során az alanyok különböző léghőmérséklet-légnedvesség kombinációk által kiváltott pillanatnyi szubjektív hőérzetét vizsgálták, s az így nyert azonos hőérzetű görbék adták az effektív hőmérséklet izovonalait. Az eredményeket ún. pszichrometrikus grafikonon ábrázolták, amelyen a léghőmérséklet, a légnedvesség és az effektív hőmérséklet görbéit tüntették fel (pl. 2.6. ábra). Gyakran meghatározták az ún. optimális komforttartományt, amelynél az alanyok a legnagyobb arányban jellemezték kellemesnek hőérzetüket (a termikus viszonyokkal elégedettek aránya a legnagyobb volt). Természetesen e tartományban nem érzi mindenki kellemesen magát, de mindazok aránya, akik túl melegnek, vagy túl hűvösnek tartják a környezetet csupán 5–20% között változik (*Mieczkowski 1985*).

A következő legalább negyven év során – általában egy korábbi vizsgálatra épülve, esetenként annak metodológiáját megcáfolva – számos új pszichrometrikus ábrát (effektív hőmérséklet grafikont) alkottak meg (pl. *Rohles and Nevins 1968, 1973, Gagge et al. 1971*). (A témával kapcsolatban részletes történeti áttekintés található például *Volmer 1975, Aynsley and Szokolai 1998, Fountain et al. 1999* és *Auliciems and Szokolay 2007* munkáiban). Fontos kiemelni, hogy a klímakamra-kísérletek eredményei az ASHRAE koordinálásával a beltéri termikus környezet értékelésére készültek, s a fűtés- és hűtéstechnikai ipart szolgálták ki eredményeikkel (az alanyok zárt térben ültek, illetve könnyű irodai munkát végeztek). Az aktuális eredményeket tucatnyi ASHRAE-szabványban tették közzé.

A TCI termikus komponenseinek értékelésére *Mieczkowski* az 1972-es effektív hőmérsékleti grafikont (*ASHRAE 1974*) vette alapul. Ugyanakkor kiemelte, hogy mivel azt beltéri környezetre fejlesztették ki, kisebb módosítást hajtott végre a görbék elrendezésében, hogy az a kültéri körülményekre minél relevánsabb legyen (2.6. ábra). (A módosítás háttérében álló elméleti meglátásait felsorolja munkájában a szerző, arra viszont nem világít rá sem ő, sem az általam vizsgált későbbi munkák, hogy a gyakorlatban mit változtatott.) Az effektív hőmérsékleti görbék elrendeződése világosan mutatja, hogy adott léghőmérsékleti érték mellett a komfortérzet jelentősen változik a relatív nedvesség értékének módosulásával, s az is kitűnik, hogy – az akkori kutatási eredményekkel összhangban – magasabb hőmérsékleten nagyobb jelentőséggel bír a páratartalom változása, mint alacsony hőmérsékleten (az effektív hőmérséklet görbéinek meredeksége a melegebb körülmények felé haladva csökken) (2.6. ábra).

Mieczkowski a 2.6. ábrán bemutatott pszichrometrikus grafikonra alapozta a *Cld* és a *Cla* tagok értékelését, és hangsúlyozta, hogy az *ASHRAE (1974)*-féle optimális komforttartományt, amelyet 20–27 °C közötti effektív hőmérséklet tartományként azonosít, vette az értékelés szempontjából is optimálisnak, s így a maximális 5,0 értékelő pontot rendelte hozzá (2.5.d., 2.6. ábra). A többi értékelő pont közötti határokat a 2.6. ábrán látható effektív hőmérsékleti görbék alkották úgy, hogy az optimális tartománytól haladva mindkét irányban folyamatosan csökken az adható pontérték a szélsőséges viszonyok növekedésével (2.5.d., 2.6. ábra). Látható, hogy az értékelő pontrendszer –3-as értékig tart. A kiosztott pontokból az is tükröződik, hogy az alanyok melegebb termikus viszonyok esetén a léghőmérséklet és a relatív nedvesség kombinációjaként kialakított effektív hőmérséklet egységnyi változására intenzívebb negatív reakciót adnak, míg a hűvös oldalon „toleránsabbnak” mutatkoznak.



2.6. ábra: [ASHRAE \(1974\)](#) után [Mieczkowski \(1985\)](#) által módosított effektív hőmérsékletek grafikonja a Turisztikai klíma index (TCI) termikus tagjaihoz tartozó értékelő pontokkal ([Mieczkowski 1985](#) alapján)

A TCI részét képezi a havi **csapadékösszege**n alapuló al-index (R), amely mennyiséget szintén olyan megfontolásból választott ki a szerző, hogy világszerte könnyen hozzáférhető legyen, ugyanakkor megjegyzi, hogy az abszolút csapadéértéken kívül annak időbeli eloszlása is rendkívül sokat számít a turisztikai tevékenységek szempontjából (a hónap során ritkán előforduló, rövid ideig tartó záporosó vagy hosszabb időszakokban fennálló egyenletes csapadék). A csapadék értékelő rendszere szerint az egyre növekvő mennyiség egyre kevésbé kedvező: az értékelésben a legmagasabb pontszámot (5,0) a havi 15 mm-nél kevesebb csapadék kapja, és minden további 15 mm esetén 0,5 ponttal csökken az adható pontérték (2.5.a. ábra).

Az index tartalmazza a napi **napfénytartam** havi átlagát kifejező al-indexet (S) is, amely-nél kitér annak pozitív (napfürdőzés, vizuális élvezet) és negatív (egészségügyi problémák, valamint a sugárzás humánkomfortot károsan befolyásoló szerepe a test felé irányuló sugárzásos hőszállítás miatt) hatásaira is. Végeredményben a napfénytartamot pozitív mennyiségként kezeli, és a legjobb értékelést a legalább 10 óra/nap havi átlag feletti területek (időszakok) kapják. A napfénytartam csökkenésével a kiosztott pontértékek is csökkennek (2.5.b. ábra).

Az utolsó, ám egyik legkomplikáltabb tagja a TCI-nak a **szélsébség** al-index (W), amelynek értékelését megnehezíti, hogy rendkívül változó és változatos komfortérzetet eredményez, attól függően, hogy az adott régió milyen klimatikus övezetben helyezkedik el és milyen időszakról (hónap, évszak) beszélünk. *Mieczkowski* ekképpen a léghőmérséklettől (az adott havi átlagos maximum-hőmérséklettől) függően állította fel értékelő pontrendszerét, és összesen négy fő csoportot határozott meg (2.5.c. ábra):

1. Az ún. **normál rendszer** területein, ahol az átlagos napi maximum-hőmérséklet 15–24 °C között alakul, a legalacsonyabb szélsébség a legkomfortosabb, és 5 pontot kap. Ilyen hőmérsékleti tartomány esetén a szélsébség növekedése fokozódó, nemkívánatos konvektív hővesztést, s így hideg általi diszkomfortot okoz. Így a szélsébség növekedésével csökken az értékelésben adandó pontszám.
2. Az ún. **passzát szélrendszer** területein, ahol az átlagos napi maximum-hőmérséklet 24–33 °C fok között alakul, a szélsébség fokozódása egy ideig kívánatos, hiszen segíti a szervezet konvektív és evaporatív hőleadását, amire a magasabb léghőmérsékleti viszonyok miatt a szervezetnek szüksége van. Így ezeken a területeken (időszakokban) nem a legkisebb, hanem a 12–20 km/h közötti szélsébség nyújtja a legkomfortosabb körülményeket (5 pont). Ennél kisebb szélsébség esetén kevésbé érvényesül a konvektív és evaporatív hőleadást elősegítő hatás, míg nagyobb szélsébség esetén már a kellemetlen mechanikai hatás válik egyre erőteljesebbé, ami lecsökkenti a pontértéket.
3. A **forró klímájú** területeken, ahol az átlagos napi maximum-hőmérséklet meghaladja a 33 °C-ot, a konvektív hőelvonás általi hűtőhatás már nem érvényesül, a legkisebb szél is diszkomfortérzetet vált ki, mivel meleg levegőt, többlet hőt szállít a test felé. Ez a konvektív úton szállított érzékelhető hőbevitel rendkívül megterhelő a szervezet számára, különösen ebben a már eleve meleg levegőben. Így a szélsébség értékelése itt 5,0 helyett csak 2,0 értékig terjed, és 12 km/h felett már 0 értékkel jellemezhető.
4. A hideg hónapokban, amikor az átlagos napi maximum-hőmérséklet nem éri el a 15 °C-ot és ez nagyobb mint 8 km/h szélsébséggel társul, az Environment Canada (kanadai meteorológiai szolgálat) által – korábbi kutatásokra épülve – kifejlesztett „**wind chill**” nomogram képezi az értékelés alapját (Függelék 1. ábra). Ennek magyarázata, hogy ilyen körülmények között a normál osztályozáshoz hasonlóan a fokozódó szélsébség egyre nagyobb konvektív hővesztést, és így hideg általi diszkomfortot okoz,

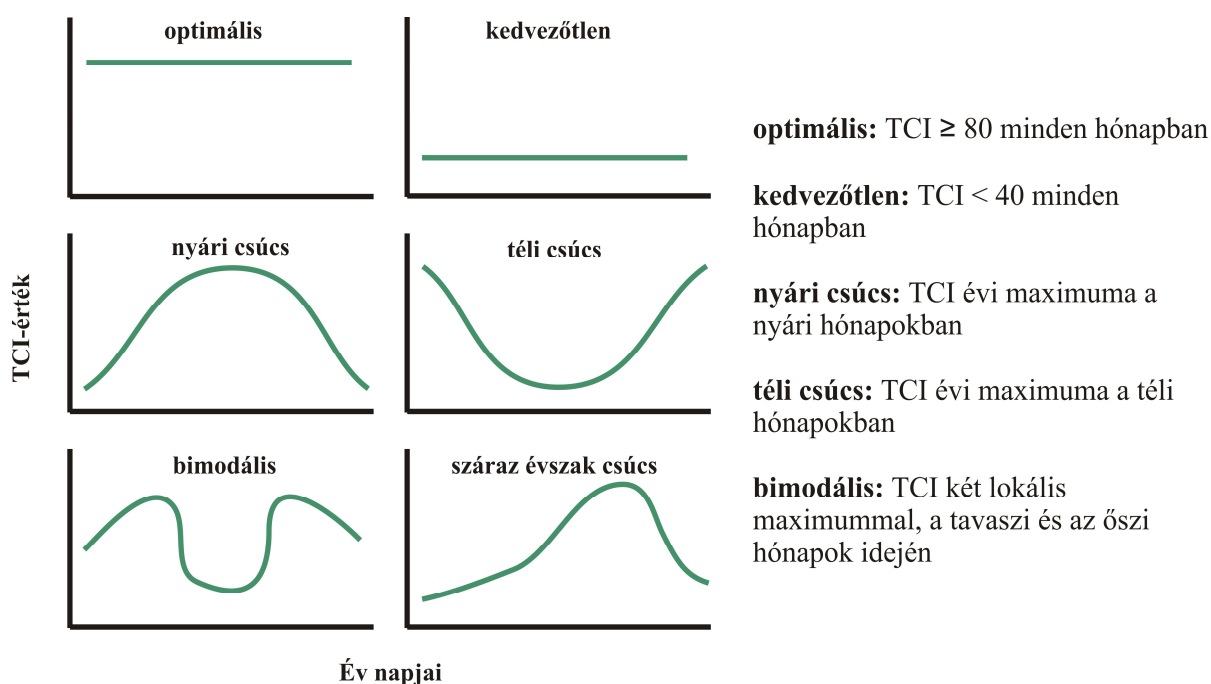
ami az alacsony hőmérséklet és a nagy szélsébség mellett kellemetlen, akár veszélyes mértékű is lehet. Amennyiben a szélsébség 8 km/h alatt marad a 15 °C-nál alacsonyabb hőmérséklettel párhuzamosan, a normál szélrendszerek értékelése használható.

A TCI-értékek **osztályozása** egy előre definiált, –20-tól +100-ig terjedő skálán történik (2.3. táblázat). A magasabb TCI-értékek kedvezőbb klimatikus viszonyokat jeleznek a szabadtéri turisztikai tevékenységek számára (Mieczkowski 1985).

2.3. táblázat: A Turisztikai klíma index (TCI) értékének osztályozása (Mieczkowski 1985)

TCI-érték	Leíró kategóriák
90–100	ideális
80–89	kitűnő
70–79	nagyon jó
60–69	jó
50–59	elfogadható
40–49	semleges
30–39	kedvezőtlen
20–29	nagyon kedvezőtlen
10–19	rendkívül kedvezőtlen
–20 – 9	alkalmatlan

Scott and McBoyle (2001) a TCI értékének **évi eloszlása** alapján hat eltérő típust definiált úgy, hogy elméletileg minden helyszín TCI-menete megfelel az egyik kategória jellemzőinek (2.7. ábra). Ezáltal szemléletesen el lehet különíteni, hogy az év mely időszakai kedvezőek vagy éppen alkalmatlanok városi turizmus tekintetében.



2.7. ábra: A Turisztikai klíma index (TCI) évi eloszlásának hat elméleti alapesete és definícióik (Scott and McBoyle 2001)

A TCI-t széles körben alkalmazzák különböző **turisztikai célterületek klímapotenciáljának** jellemzésére és összehasonlítására. Gyakran használt a **klímaváltozás** turizmusra gyakorolt globális vagy regionális hatásának számszerűsítésére is, amely során különböző éghajlati szcenáriókkal végzett klímamodell-kísérletek eredményeit használják fel az index számításához. A jelenlegi klímapotenciál alakulását vizsgálta a TCI alapján [Roshan et al. \(2009\)](#) Teherán (Irán) városára, [Farajzadeh and Matzarakis \(2009\)](#) Irán északnyugati részére, míg [Roshan et al. \(2016a\)](#) Irán egész területére vonatkozóan. Klímamodelladatok alapján jövőbeli időszakokra is vizsgálta a TCI tér- és időbeli alakulását [Whittlesea and Amelung \(2010\)](#) Anglia délnyugati részére és [Nicholls and Amelung \(2008\)](#) Északnyugat-Európa területére. Kontinens léptékű skálán végzett vizsgálatot [Amelung and Nicholls \(2014\)](#) Ausztráliára, [Scott and McBoyle \(2001\)](#) és [Scott et al. \(2004\)](#) Észak-Amerika, [Amelung and Viner \(2006\)](#), [Hein et al. \(2009\)](#), [Perch-Nielsen et al. \(2010\)](#), valamint [Amelung and Moreno \(2012\)](#) pedig Európa területére. [Amelung et al. \(2007\)](#) globális szinten, az egész világra kiterjedően végzett TCI-alapú vizsgálatokat.

2.3.2. Második generációs turisztikai klíma index (CIT)

A második generációs **turisztikai klíma index (Climate Index for Tourism – CIT)** az időjárás és éghajlati körülményekkel kapcsolatos elégedettség mértékét adja meg egy 7 fokozatú skálán ([de Freitas et al. 2008](#)). A skála legalacsonyabb értékei (1–3) „kedvezőtlen”, köztes értékei (4–5) „elfogadható”, míg legmagasabb értékei (6–7) „ideális” klimatológiai viszonyokat jelentenek turisztikai szempontból ([2.4. táblázat](#)). A CIT előnye, hogy a kimeneti értéket a turisztikai klíma termikus (T), esztétikai (A) és fizikai (P) tényezőcsoportja együttesen határozza meg. Az index az egyes éghajlati változók hatását nem a tagok összegeként vagy bármilyen lineáris függvénykapcsolataként, hanem azok speciális, gyakorlatorientált kombinációjaként veszi figyelembe. Ez azt jelenti, hogy bizonyos – szakirodalmi megfontolások szerint vett ([de Freitas 1985, 1990](#)) – küszöbértékek felett a fizikai tagok (csapadék, szélsébség) felülírják a termikus és esztétikai tényezők hatását (ún. „overriding effect” – felülíró hatás) ([de Freitas 1990, de Freitas et al. 2008](#)). Egy hétköznapi példával élve: a turista egy tengerparton hiába ítéli kellemesnek a termikus viszonyokat és a tiszta égboltviszonyok miatt vizuálisan szépnek a tájképet, ha a szél mechanikai ereje közvetlenül (személyes tulajdonban esett kár) vagy közvetve (homokvihar) elégedetlenséget szül. A három tényezőcsoport közötti összefüggést a következő általános megközelítés alapján lehet leírni:

$$\text{CIT} = f[(T, A)] \times P, \quad (3)$$

amiből megnyilvánul a fizikai (P) tényezőcsoportnak a termikus (T) és esztétikait (A) felülbíró hatása.

A CIT további előnye, hogy a kimeneti értéke kérdőíves felmérés alapján egyszerűen validálható. A CIT eredendően a tengerparti turizmussal kapcsolatos éghajlati értékelésre került kidolgozásra és egyúttal validálásra. Ennek során 331 waterlooi (Kanada) egyetemi hallgatót kérdeztek meg „ex-situ” módon (tanteremben), hogy különböző T – A – P kombinációk esetében értékeljék az éghajlattal való elégedettségüket a már említett 1-től 7-ig tartó skálán, miközben tengerparti látogatást feltételeznek. Az eredmények ún. **időjárás-tipológiai mátrixban** kerültek összesítésre ([2.4. táblázat, de Freitas et al. 2008](#)). A termikus (hőérzetre vonatkozó) érté-

kelés az ASHRAE – eredetileg 7 fokozatú, hidegtől forróig terjedő – hőérzeti skálájának 9 fokozatúvá bővített változatán alapul. Mindegyik hőérzeti kategóriára vonatkozóan a feltételezett esztétikai körülményt (felhőborítottság mennyisége), illetve bizonyos küszöbhatárok felett a fizikai tényezők (csapadékmennyiség, szélsébség) befolyásoló szerepét kellett értékelniük 1-től 7-ig, ahol 1 jelenti a kedvezőtlen, míg 7 az ideális körülményeket.

2.4. táblázat: CIT-értékelés a tengerparti turizmusra vonatkozóan a turisztikai klíma termikus (T), esztétikai (A) és fizikai (P) tényezőin alapulva ($N=331$) (de Freitas et al. 2008 alapján)

		<i>A</i> – esztétikai komponens		<i>P</i> – fizikai komponens				
		felhőborítottság		szélsebesség	csapadékmennyiség			
		< 45%	≥ 45%	≥ 6 m/s	> 3 mm			
<i>T</i> – termikus komponens: eredményezett hőérzet	nagyon forró	4	3	3	2			
	forró	6	5	4	2			
	meleg	7	5	4	2			
	enyhén meleg	6	4	4	1			
	neutrális	5	3	2	1			
	enyhén hűvös	4	3	2	1			
	hűvös	3	2	2	1			
	hideg	2	2	1	1			
	nagyon hideg	1	1	1	1			
		kedvezőtlen		elfogadható		ideális		
		1	2	3	4	5	6	7

A szakmai gyakorlatban a CIT segítségével történő értékelés a következő lépések szerint történik. A termikus tag valamely komfortindex (pl. PET) általában napi átlagán alapul, amelyet átkonvertálhatunk a megfelelő hőérzeti kategóriára. Ezután megállapítjuk, hogy a napi felhőborítottság-adatunk a küszöbérték alatt vagy felett helyezkedik-e el, majd pedig hozzárendeljük a megfelelő hőérzethez tartozó mátrixbeli pontot. Végül megnézzük, hogy a napi csapadékösszeg- és a napi átlagos szélsébségértékünk az adott küszöbérték felett helyezkedik-e el, azaz befolyásolja-e a pontértéket (a 2.4. táblázatban látható tengerpartra vonatkozó tipológiai mátrix szerint általában „rontja-e”). Végeredményben megkapunk egy egyetlen (1 és 7 közötti) számértéket, amely együttesen számításba veszi a termikus, fizikai és esztétikai paraméterek hatását.

Egy példával élve, tegyük fel, hogy egy tengerparton eltöltött nap után kíváncsiak vagyunk a CIT értékére. Tételezzük fel, hogy a termikus alapparaméterek eredőjeként a PET napi átlagára 37 °C-ot kapunk. Ez forró hőérzetnek felel meg (Matzarakis and Mayer 1996), így a táblázatnak ezt a sorát kell tekinteni. Ezután megvizsgáljuk a felhőborítottság-adatainkat, s azt találjuk, hogy napi átlagban az égbolt erősen felhős volt, így a maximálisan adható 6-os érték 5-re csökken. A napi átlagos szélsébségünk nem érte el a 6 m/s-ot, így az 5-ös értékünk nem csökken. Végül megnézzük a napi csapadékösszeg értékét: 1 mm esett, így az 5-ös értékünk továbbra is megmarad. Végeredményben tehát a CIT értékére ezen a napon 5 adódott, vagyis az elfogadhatónál némileg kedvezőbbként jellemezhetők az éghajlati körülmények (2.4. táblázat).

Már maga [de Freitas et. al \(2008\)](#) is hangsúlyozta, hogy eredménye csak korlátozottan alkalmazható, mivel kisszámú mintán alapul, illetve csak a kanadai fiatal korosztályt és a tengerparti tevékenységet célozza meg. Szükségesnek tartja elkészíteni a mátrixokat nagyobb mintaszámra, többféle turisztikai tevékenységet, korosztályt és nemzetet is lefedve. Ennek megfelelően [Bafaluy et al. \(2014\)](#) új időjárás-típológiai mátrixokat hozott létre számos szabadtéri turisztikai tevékenységre (kulturális/városlátogató turizmus, kerékpározás, labdarúgás, golf, vitorlázás, tengeri kishajózás, valamint a túrázás). Kutatásaikat Mallorcán végezték. Hangsúlyozzák ugyanakkor, hogy az új időjárás-típológiai mátrixaik szakértőkkel és a tevékenységeket űző személyekkel folytatott konzultációkon alapulnak, s a jövőben mindenképp szükséges verifikálásuk kérdőíves úton. Jelenleg is folyik mind az eredeti, mind az újabb időjárás-típológiai mátrixok verifikációja, esetleg kalibrálása ([de Freitas 2015](#)). Mindazonáltal az eddig kialakított mátrixok jelenleg a legelfogadottabbak a CIT-t használó turisztikai klimatológiai vizsgálatokban, és egyre szélesebb körben hódítanak teret ([Amengual et al. 2012](#), [Németh 2015](#), [Zaninovic et al. 2015](#)).

2.3.3. *Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS)*

Egy másik gyakran alkalmazott és úgyszintén újabb értékelő eszköz a [Matzarakis \(2007\)](#) által kifejlesztett **Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (Climate-Tourism-Information-Scheme – CTIS)**. Ez a módszer a TCI-al és a CIT-val ellentétben nem csupán egyetlen számszerű értékkel osztályozza az adott terület turisztikai klímapotenciálját, hanem egy komplex, szinkódolt táblázatot ad eredményül. A táblázat különböző, turizmus szempontjából releváns időjárási vagy klimatikus körülmények gyakorisági eloszlását illusztrálja könnyen értelmezhető, szemléletes formában ([Matzarakis 2007, 2014](#), [Lin and Matzarakis 2008](#), [Zaninovic and Matzarakis 2009](#)). A relatív gyakoriságokat általában havi vagy tíznapos időszakra számolják ki ([2.8. ábra](#)).

A CTIS alap gondolata a CIT-hoz hasonlóan azon alapul, hogy figyelembe vegye a termikus, a fizikai, illetve az esztétikai tényezőcsoportba tartozó paramétereket ([2.5. táblázat](#)). A CTIS termikus komponensei (T) nagyrészt a PET-indexre épülnek, de a légnedvesség hatását önmagában is tartalmazzák, amelyet a vízgőznyomás (e) gyakoriságán keresztül vesz figyelembe. A CTIS-ben szereplő esztétikai komponensek gyakoriságai a relatív nedvesség (RH), valamint a felhőborítottság (n) alapján kerülnek meghatározásra, míg a fizikai tényezők kategóriáján belül a csapadékmennyiség (p) és a szélesség (v), vagy éppen a hótakaró vastagságát (h) leíró mérőszámok a mérvadók ([Matzarakis 2007](#), [Matzarakis et al. 2010c](#), [Matzarakis 2014](#)).

A felsorolt paraméterekhez a szakirodalom alapján kijelölhető egy-egy küszöbérték, melyekkel olyan időjárási helyzeteket definiálhatunk, mint például a turisztikai tevékenységek szempontjából komfortos termikus környezet, a napsütéses, ködös vagy szeles időszakok, vagy éppen a síelésre alkalmas körülmények. Ugyanazon paraméterhez több küszöbérték is rendelhető, s így kedvező és kedvezőtlen időszakokat is megadhatunk segítségükkel. Például a termikus szempontból komfortos és a hideg- vagy hőstressz időszakait is a PET index értékei alapján definiáljuk, s a csapadékösszeghez rendelt küszöbértékeknek megfelelően vizsgálhatjuk a száraz és nedves napok gyakoriságát is ([2.5. táblázat](#), [2.8. ábra](#)).

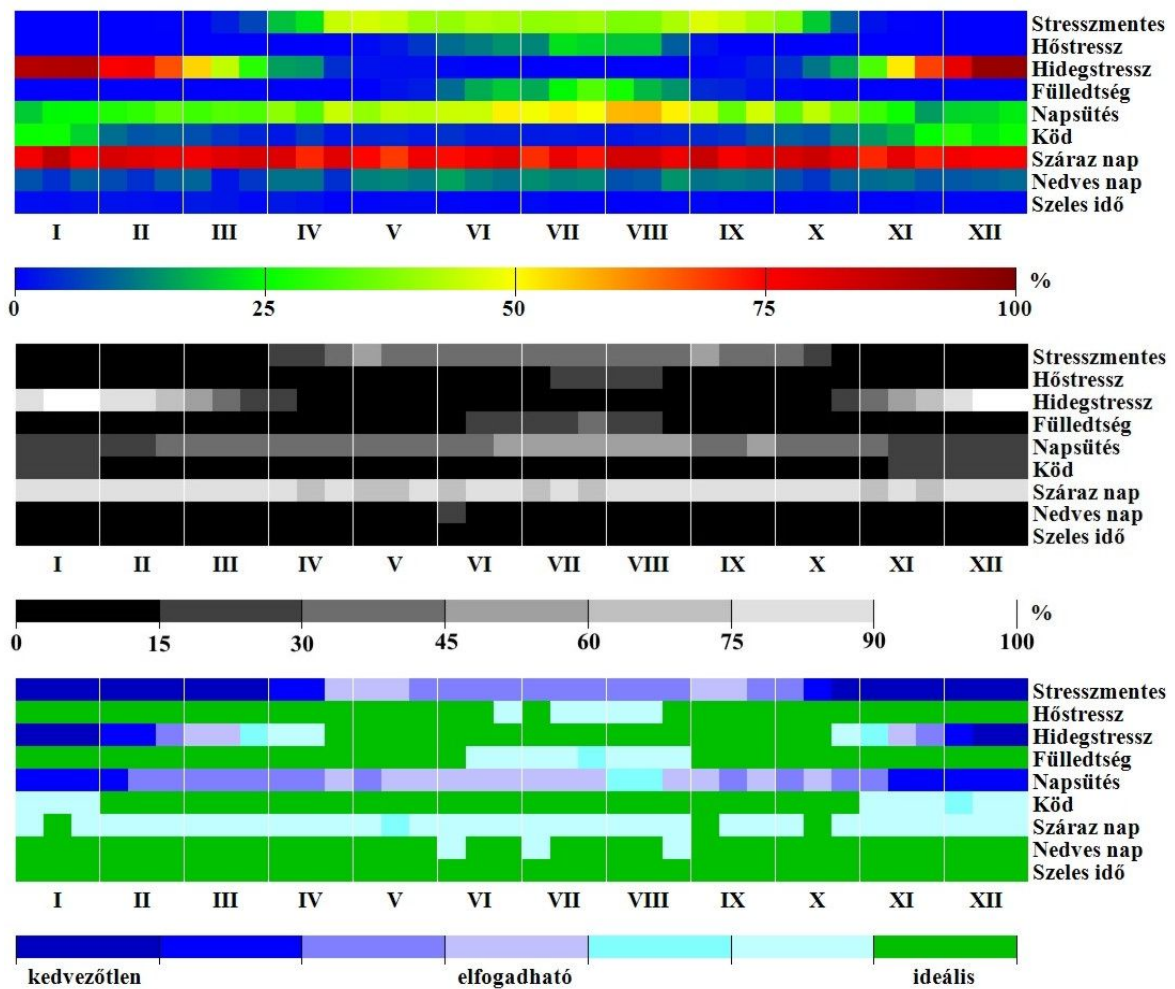
2.5. táblázat: A CTIS által vizsgált éghajlati körülmények a javasolt küszöbértékekkel és a szakirodalmi hivatkozásaikkal (Matzarakis 2007, 2014, Matzarakis et al. 2010c)

Tényezőcsoport	Vizsgált klimatológiai körülmény	Meghatározás	Szakirodalmi alap
Termikus	termikus komfort	$18\text{ °C} < \text{PET} < 29\text{ °C}$	Matzarakis (2007)
	hidegstressz	$\text{PET} < 0\text{ °C}$	Matzarakis (2007)
	hőstressz	$\text{PET} > 35\text{ °C}$	Matzarakis and Mayer (1996)
	fülledtség	$e > 18\text{ hPa}$	Scharlau (1943)
Esztétikai	napsütés	$n < 5/8$	Gómez Martín (2004)
	köd	$RH > 93\%$	Matzarakis (2007)
Fizikai	száraz nap	$p < 1\text{ mm}$	Matzarakis (2007)
	nedves nap	$p > 5\text{ mm}$	Matzarakis (2007)
	szeles idő	$v > 8\text{ m/s}$	Besancenot (1990), Gómez Martín (2004)
	sípotenciál	$h > 10\text{ cm}$ vagy 30 cm	OECD (2007)

PET = fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet, e = vízgőznyomás, n = felhőzet mennyisége, RH = relatív nedvesség, p = csapadékösszeg, v = szélesebesség, h = hótakaró vastagsága

A gyakorisági táblázatok elkészítése egy egyszerű, felhasználóbarát (ugyancsak CTIS elnevezésű) **szoftver** segítségével történik, amely nemcsak klímaadatok, hanem bármilyen adatsor gyakorisági eloszlásának reprezentációjára alkalmas (Matzarakis 2007, Matzarakis et al. 2010c). A szoftverben a már előre kiszámolt relatív gyakoriságokat (0–1 érték vagy 0–100% között) kell betáplálni. Be lehet állítani, hogy az adatsor időbeli felbontása illeszkedjen annak későbbi megjelenítéséhez (pl. hónapok, tíznapos időszakok – dekádok, órák). A szoftver egyik kulcsfontosságú része a színösszeállítás beállítása, amit a gyakorisági értékektől tesz függővé. Definiálhatunk tetszőleges küszöbértékeket, amelyek közötti tartományokat elláthatunk egy-egy diszkrét színnel, de interpolálhatók is a színek folytonosan a küszöbértékek között (2.8. ábra).

A százalékos gyakoriság megjelenítésének az értelmezése gyakran nehézkes lehet, mert bizonyos meteorológiai körülmények (pl. csapadék, hőstressz) esetében a 0% gyakoriság az ideális szabadtéri turisztikai célokra, bizonyos változók esetében viszont a 100% (utóbbira példa a termikus stresszmentes állapot, a napfényes időszak vagy a száraz napok mennyisége) (2.8. ábra). Ennek kiküszöbölésére a százalékos megjelenítés helyett vagy mellett gyakran használják a CIT-val ekvivalens kategorizálást, vagyis a kedvezőtlentől az ideálisig tartó hét kategóriát, ahol mindegyik színek ugyanolyan széles (14%-nyi) gyakorisági tartományt fed le. Mivel lehetőség van a színezés inverzzé konvertálására a szükséges adatsorok esetében, biztosítható, hogy az adott színnel ellátott kategória ugyanúgy értelmezhető lehessen minden éghajlati körülmény szemszögéből (pl. turisztikai célokra általában a kis százalékban előforduló nedves nap és a nagy százalékban jelentkező száraz nap az ideális, ami ugyanolyan színnel és kategória elnevezéssel – pl. ideális – jelenik meg ebben az ábrázolási technikában) (2.8. ábra).



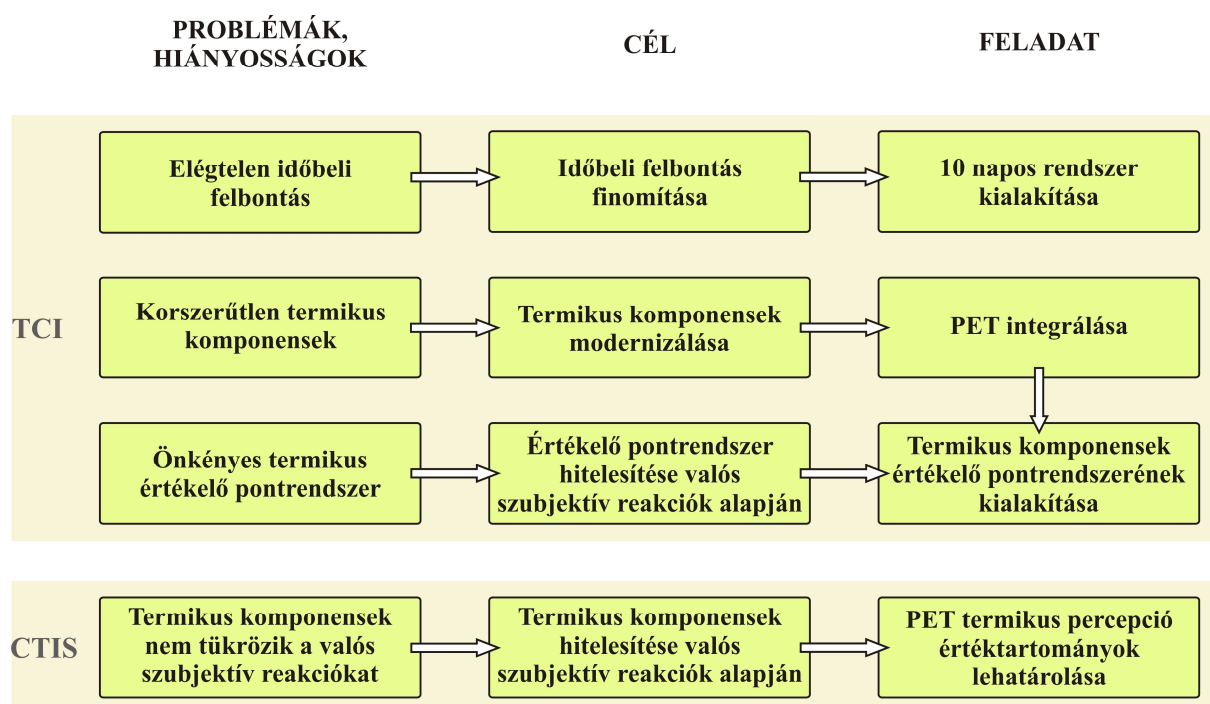
2.8. ábra: Példák a CTIS megjelenítési lehetőségeire: interpolált színskála, diszkrét színekódok, valamint hétfokozatú, turisztikai szempontú értékeléshez rendelt diszkrét színekódok (a Budapest-Pestszentlőrinc meteorológiai állomás mérési adatai alapján, az 1996–2010 időszakra, tíznapos felbontásban)

A CTIS-t széles körben használják szerteágazó klimatikus viszonyok között, például tengerparti, városi vagy hegyvidéki területek jellemzésére. Szakirodalmi kutatásaim alapján ez idáig például Kréta (Matzarakis 2007), Tajvan (Lin and Matzarakis 2008), Horvátország (Zaninovic and Matzarakis 2009, Brosy et al. 2014), Ausztrália (Shiue and Matzarakis 2011), Törökország (Caliskan et al. 2012), Irán (Farajzadeh and Matzarakis 2012), Svájc (Matzarakis et al. 2012) és Luxemburg (Matzarakis et al. 2013) területére történtek CTIS-t (is) használó vizsgálatok. Endler et al. (2010) a jövőbeli hatásokat vizsgálta a CTIS alapján a Feketeerdő térségére a REMO regionális klímamodell eredményeit felhasználva. A turisták és a turisztikai szolgáltatók számára készített ún. bioklíma röplapok is tartalmazzak CTIS-eredményt (Zaninovic and Matzarakis 2009, Caliskan et al. 2012).

3. Problémafelvetés és a kutatás céljai

3.1. A turisztikai klíma értékelése során felmerülő hiányosságok

A *Mieczkowski (1985)* által bevezetett TCI az elmúlt évtizedek során széles körben használt mérőszámmá vált a turisztikai klimatológia területén (elsősorban a könnyen hozzáférhető adatok és az egyszerű meghatározása miatt). Az utóbbi években ugyanakkor számos **probléma** vagy **hiányosság** merült fel az indexszel kapcsolatban. A hiányosságok egyrészt magából az index felépítéséből, struktúrájából erednek, másrészt kritika érte abból a szempontból, hogy mennyire hitelesen használható fel a turisztikai klímapotenciál jellemzésére. A következőkben három olyan TCI-hiányosságra mutatok rá, melyeket a nemzetközi szakirodalom és a saját tapasztalataim alapján azonosítottam. Ismertetem, hogy milyen megoldást találtam a hiányosságok kiküszöbölésére (*3.1. ábra*).



3.1. ábra: A TCI és a CTIS eszközökkel kapcsolatban felmerült hiányosságok, a problémák megoldására tett javaslatok és az elvégzett feladatok

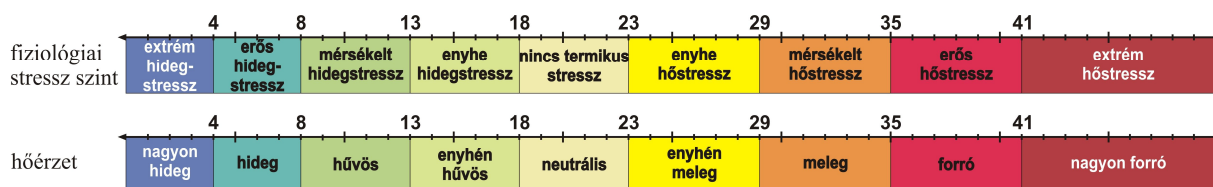
A TCI egyik hátrányaként kiemelhető annak elégtelen **időbeli felbontása** (*3.1. ábra*). A *2.3.1. fejezetben* ismertettem, hogy kiszámításához a meteorológiai változók havi átlagai szükségesek. *Mieczkowski (1985)* célja ugyanis az volt, hogy az index évtizedekre visszamenőleg, mindenki számára elérhető klímainformációkra épüljön. Több korszerű turisztikai klimatológiai munka ugyanakkor hangsúlyozza, hogy mivel egy átlagos üdülés időtartama általában egy-két hét (*Scott and McBoyle 2001, de Freitas et al. 2008, Perch-Nielsen et al. 2010*), a TCI időbeli felbontását célszerű ezzel a rövidebb időtartammal összhangba hozni (*Scott et al. 2004, Matzarakis 2007, de Freitas et al. 2008, Perch-Nielsen et al. 2010*). A problémával egyetértve javaslatom a **10 napos (ún. dekádos) értékelő rendszer**, melyet a későbbiekben alkalmazok is a turisztikai klímapotenciál jellemzésére.

A TCI rendszerével kapcsolatban azonosítható második probléma, hogy a **termikus komponensei** mögött lévő **tudományos ismeret** a mai tudásunk szerint **már nem megfelelő**, mivel nem veszi figyelembe korrekt módon a légköri környezet termikus folyamatait (3.1. ábra). A 2.3.1. fejezetben ismertettem, hogy a TCI termikus komfortot jellemző komponensei (a nappali és a napi komfortindex) az effektív hőmérsékleten alapulnak, amely a léghőmérséklet és a légnedvesség kombinált hatására épül (2.2. táblázat). A légköri környezet termofiziológiai hatása ugyanakkor ennél komplexebb módon nyilvánul meg: további termikus paraméterek, valamint személyes tényezők is befolyással vannak rá (Mayer and Höppe 1987, Jendritzky 1993, Mayer 1993, 2008, Matzarakis and Mayer 1996, VDI 1998, Höppe 1999, Ali-Toudert 2005) (2.2.4. fejezet). A problémakört felismerve több tanulmány is kiemeli, hogy a TCI termikus tagjait módosítani, korszerűsíteni szükséges (Scott and McBoyle 2001, Scott et al. 2004, Amelung and Viner 2006, Perch-Nielsen et al. 2010). Erre vonatkozóan azonban szakirodalmi ismereteim szerint érdemi előrelépés nem történt. Jómagam célszerűnek tartom az effektív hőmérsékletet egy olyan **termikus komfortindexre cserélni**, amely valamennyi termikus és személyes tényező fiziológiai hatását egyesíti (Mayer and Höppe 1987, Höppe 1999). Erre legalkalmasabbnak a már többször szóba került **PET-indexet** tartom, így dolgozatom másik módszertani fejlesztéseként a PET-indexet integrálom a TCI jelenlegi termikus komponenseibe (3.1. ábra).

Számos turisztikai klimatológiai tanulmány kiemeli s egyben a legnagyobb TCI-problémakörnek tartja, hogy a **komponenseinek** – köztük a termikus tagoknak – az **értékelő pontrendszeri**, valamint az al-indexek **súlyozása** alapvetően **önkényes**: részben az akkor rendelkezésre álló humán-biometeorológiai szakirodalmon, részben a szerző saját szakértői meglátásán alapul (Mieczkowski 1985, Scott et al. 2004, Amelung and Viner 2006, de Freitas et al. 2008, Farajzadeh and Matzarakis 2009, Moreno and Amelung 2009, Eugenio-Martin and Campos-Soria 2010, Perch-Nielsen et al. 2010). Mindenképp szükséges az értékelő pontrendszerek és a súlyértékek hitelesítése a helyi lakosság vagy a turisták tényleges szubjektív reakciói alapján (3.2. fejezet). A dolgozat harmadik TCI-módosítással kapcsolatos célja a termikus komponenseire egy olyan értékelő pontrendszer kidolgozása, mely figyelembe veszi a tényleges szubjektív reakciókat. Mivel a második problémakör értelmében a két termikus komponensbe beilleszttem a PET-indexet, a feladatom egy olyan **új, PET-alapú értékelő pontrendszer** kidolgozása s annak integrálása a TCI termikus komponenseibe, amely a **magyar lakosság tényleges szubjektív értékeléseit** veszi figyelembe, s így az index jobban igazodik a hazai klimatikus körülményekhez (3.1. ábra).

A másik részletesen vizsgált értékelő módszer, a CTIS használatakor általában tíznapos átlagos gyakoriságokat használnak a haviak helyett. Emellett létrehozásakor már figyelembe vették, hogy a termikus komponensek a mai tudásunk szerint is korszerű komfortindexen (PET) alapuljanak (2.3.3. fejezet). Ugyanakkor a CTIS-ben a termikus hatások értékelése a nyugat-közép-európai viszonyokra vonatkozó PET termikus stressz kategóriahatárokon alapul (Matzarakis and Mayer 1996, Matzarakis et al. 1999, Matzarakis 2007) (3.2. ábra, 2.5. táblázat), és ennek megfelelően használják világszerte. A CTIS-ben lévő termikus események három csoportba sorolhatók: termikus komfort (nincs termikus stressz), hőstressz és hidegstressz (2.5. és 3.1. táblázat). Megjegyzendő, hogy a CTIS stresszmentes tartományaként az európai viszonyok között általában a 18–29 °C-os intervallumot javasolják és használják (2.5. és 3.1. táblázat), ami az eredeti PET-skála stresszmentes, valamint enyhe hőstressz kategóriáit foglalja magában (3.2. ábra, Matzarakis and Mayer 1996, Matzarakis et al. 1999).

Az alkalmazott PET kategóriarendszer azonban **nem tükrözi a helyi lakosság szubjektív reakcióit**. Így a TCI harmadik problémaköréhez hasonlóan ez esetben is az a célom, hogy a termikus komponensek hitelesen kifejezzék a helyi – jelen esetben magyar – lakosság szubjektív reakcióit. Az ehhez kapcsolódó feladat egy olyan **új PET-kategóriarendszer (küszöbértékek) felállítása és beillesztése** a CTIS-be, amely a helyi lakosság által ténylegesen neutrálnak, melegnek és hidegnek érzett körülményeket határozza meg (3.1. ábra).



3.2. ábra: A PET-index értéktartományai a nyugat- és közép-európai személyre kifejlesztve a fiziológiai stressz mértéke és az emberi hőérzet alapján (Matzarakis and Mayer 1996, Matzarakis et al. 1999)

A CTIS-sel kapcsolatban a szakirodalom alapján egy további probléma is azonosítható, amely részben kapcsolódik az előző ponthoz. A **küszöbértékekre** – főként a hidegstressz és a napfénytartam esetében – ugyanis **gyakran eltérő** értékeket találunk, amelyek mögött alapvetően a terület karakterisztikus éghajlati különbségei állhatnak (pl. Matzarakis 2007, Lin and Matzarakis 2008, Matzarakis et al. 2012, Brosy et al. 2014, 3.1. táblázat). E probléma feloldására az előző ponthoz hasonlóan definiálni kell, hogy mik azok a küszöbértékek, melyek az adott klimatikus körülmények között a legrelevánsabbak. Ehhez egyrészt éghajlati adatsorok tanulmányozására van szükség, másrészt a küszöbértékek újradefiniálására a lakosság szubjektív reakciói alapján.

3.1. táblázat: A CTIS által vizsgált klimatológiai események definíciói néhány tanulmányban (Kovács et al. 2016)

Éghajlati tényezők	Vizsgált klimatológiai esemény	Alpok/Ausztria (<i>Matzarakis et al.</i> 2012)	Horvátország (<i>Brosy et al.</i> 2014)	Kréta (<i>Matzarakis</i> 2007)	Tajvan (<i>Lin and Matzarakis</i> 2008)
Termikus	termikus komfort	18 °C < PET < 29 °C			22 °C < PET < 34 °C
	hidegstressz	PET < 0 °C	PET < 4 °C	PET < 8 °C	PET < 18 °C
	hőstressz	PET > 35 °C			PET > 38 °C
	fűledtség	$e > 18$ hPa			
Esztétikai	nap sütés ^a	$n < 4$ okta	$n < 5$ okta		
	köd	$RH > 93\%$			
Fizikai	száraz nap ^a	$p < 1$ mm			
	nedves nap	$p > 5$ mm			
	szeles idő	$v > 8$ m/s			
	sípotenciál	$h > 10$ cm és 30 cm			

PET = fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet, e = vízgőznyomás, n = felhőzet mennyisége, RH = relatív nedves-ség, p = csapadékösszeg, v = szélesebesség, h = hótakaró vastagsága

^a néhány tanulmány fordítva definiálja: felhős égboltviszonyok ($n > 5$ okta), illetve csapadékos nap ($p > 1$ mm)

3.2. A termikus viszonyok szubjektív értékelésében jelentkező különbségek

A turisztikai klíma értékelésére bemutatott módszerek kialakításakor igyekeztek a légköri környezet minél több, a turizmus szempontjából releváns jellemzőjét számításba venni. A figyelembe vett paraméterek közül – mint azt a 2.1. táblázatban is feltüntettem – a termikus komponensek (léghőmérséklet, légnedvesség, szélesebbesség, valamint a hőhatású sugárzási fluxusok összessége) az emberi szervezet hőháztartására hatnak (Jendritzky 1993, VDI 1998). Ezt a hatást általában hőérzeti vagy hőstressz-kategóriákban fejezi ki a szakirodalom, és az értékelés rendszerint egy standard alanyra vonatkozik, aki a teljes populációt reprezentálja. A PET-alapú értékelés általános alanya például egy 1,75 m magas, 75 kg súlyú, 35 éves férfi, aki könnyű ruházatot visel és mérsékelt mozgást végez (Höppe 1999).

A **termikus környezet érzékelése és értékelése** azonban **szubjektív folyamat**, tehát a különböző egyének vagy csoportok másként érzékelhetik és értékelhetik ugyanazokat a termikus viszonyokat (Knez and Thorsson 2006, 2008), amelyre a fiziológiai, fizikai és a pszichológiai **alkalmazkodás (adaptáció)** mechanizmusain keresztül egy sor személyes jellemző kihat (Nikolopoulou and Steemers 2003, Nikolopoulou and Lykoudis 2006).

Az emberi szervezet **fiziológiailag** alkalmazkodik az adott földrajzi régió éghajlatát jellemző termikus viszonyokhoz, így annak megváltozása vagy (évszakos) változékonysága különböző érzékenységet s az extrém viszonyokkal szemben eltérő toleranciát okoz (Nikolopoulou and Steemers 2003, Kántor 2016). Ez természetesen maga után vonja azt is, hogy a turisztikai utazások során az emberi szervezetnek akklimatizálódnia kell a célterületek esetlegesen eltérő éghajlati adottságaihoz.

A **fizikai** adaptáció alatt az egyének olyan viselkedési reakcióit értjük, mint például a ruházat típusának és rétegzettségének vagy az aktivitás mértékének (tevékenységforma) – általában az évszakokkal összefüggő – megváltozása. A fizikai alkalmazkodás érvényre jut a napnak való kitettség (expozíció) változtatásával is, amely úgyszintén befolyásolja az emberi szervezetet érő hőterhelést (Nikolopoulou and Steemers 2003, Kántor and Unger 2010). A turisztikai tevékenységek különböző formái és eltérő helyszínei, valamint az esetenként ezekkel összefüggő ruházat jellege tehát a fizikai alkalmazkodás más és más lehetőségét veti fel.

A fiziológiai és a fizikai adaptáció mellett **pszichológiai** alkalmazkodási mechanizmusok is megnyilvánulnak (Nikolopoulou and Steemers 2003). Így például az egyének tisztában vannak a lakóhelyük (évszakos) klimatikus adottságaival a termikus tapasztalataik alapján, s így egy bizonyos szintig tolerálják azt (pl. hazánkban a nyári meleg megszokott jelenségnek számít). Ugyancsak tudatában vannak azzal, hogy a kültéri klimatikus viszonyokat természetes úton nincs módjuk kontrollálni, amely úgyszintén a termikus érzékenységük és tűrőképességük szélesebb spektrumát váltja ki. (Kisebb léptékben természetesen adott esetben befolyásolhatják termikus környezetüket, pl. tengerparton napernyő alá húzódhatnak, egy beltéri helyiséget pedig klimatizálhatnak.) Kardinális szerepe van a klimatikus viszonyokkal való elégedettség alakításában az adott termikus környezet (turisztikai desztináció) és időszak (évszak) klimatikus adottságaival kapcsolatos elvárásoknak (vagyis hogy mire számíthat az egyén előzetes ismeretei szerint, és ehhez képest mit tapasztal meg ténylegesen az adott területen). A termikus viszonyokkal kapcsolatos pszichológiai adaptációs mechanizmusok közül turisztikai szempontból a legjelentősebb talán az, hogy előzetes információk révén a turista mentálisan fel tud készülni a klíma földrajzi és évszakos változékonyságára.

A fenti adaptációs mechanizmusok jellegén és „sikerességén” az adott **kultúra** norma- és szabályrendszere is sok esetben nyomot hagy. Fizikai értelemben befolyásolhatja például a ruházat vagy az aktivitás formáját, de a különböző népcsoportoknak pszichológiai vonatkozásban (pl. az eltérő nevelési elvek miatt) is más és más lehet a termikus viszonyokkal kapcsolatos érzékenysége és toleranciája (*Knez and Thorsson 2006, 2008, Tung et al. 2014*).

A különböző **személyes jellemzők** (kor, nem, magasság, testsúly és különösen az egészségi állapot) fiziológiai szinten, a hőszabályozás befolyásolásán keresztül ugyancsak nagyban hozzájárulnak a termikus környezet szubjektív jellegű érzékeléséhez és értékeléséhez (*Fanger 1972, Havenith 2005*).

A termikus környezetre adott szubjektív reakciók és az esetleges különbségek feltárása az utóbbi körülbelül másfél évtized **turisztikai klimatológiai kutatásaiban** is egyre nagyobb szerephez jut. A felmérések elsősorban a turisták vagy a helyi lakosok különböző meteorológiai alapparaméterek szerinti szubjektív értékeléseinek (percepciók, preferenciák³, érzékenységek) feltárására irányulnak. Sok esetben meghatározzák azokat a klímáparaméter-tartományokat, amelyeket a turisták optimálisnak, elfogadhatónak vagy éppen elfogadhatatlannak értékelnek. Vizsgálják, hogy mely klímáparaméter milyen relatív fontossággal bír a turisták értékelése alapján, s egyáltalán az éghajlat mint motivációs tényező mekkora szerepet játszik a célterületek felkeresésében.

A fenti vizsgálatokat gyakran jól meghatározott piaci szegmensek szerint csoportosítva végzik, vagyis például a kérdőíveken rákérdeznek az egyének lakóhelyére vagy életkorára, majd statisztikai módszerekkel megvizsgálják a közöttük jelentkező különbségeket. Az eredmények alapján a szubjektív értékelések között különbségek mutathatók ki a **fizikai környezettől** és a **turisztikai tevékenység típusától** függően (pl. városi, tengerparti, hegyvidéki turizmus és az itt jellemző tevékenységformák) (*Kozak 2002, Scott et al. 2008, Rutty and Scott 2010, 2015*). Ugyancsak különbségeket azonosítottak az eltérő **nemzet, származási helyszín** (*Morgan et al. 2000, Kozak 2002, Vigotti et al. 2006, Mansfeld et al. 2007, Scott et al. 2008, Moreno 2010a, Rutty and Scott 2013, 2015, Lindner-Cendrowska and Blazejczyk 2016*), valamint a **korosztály** és a **nem** (*Rutty and Scott 2015, Lindner-Cendrowska and Blazejczyk 2016*) alapján, s attól függően is, hogy egy adott populáció **beföldi** vagy **nemzetközi turizmusban** vesz-e részt (*Rutty and Scott 2016*).

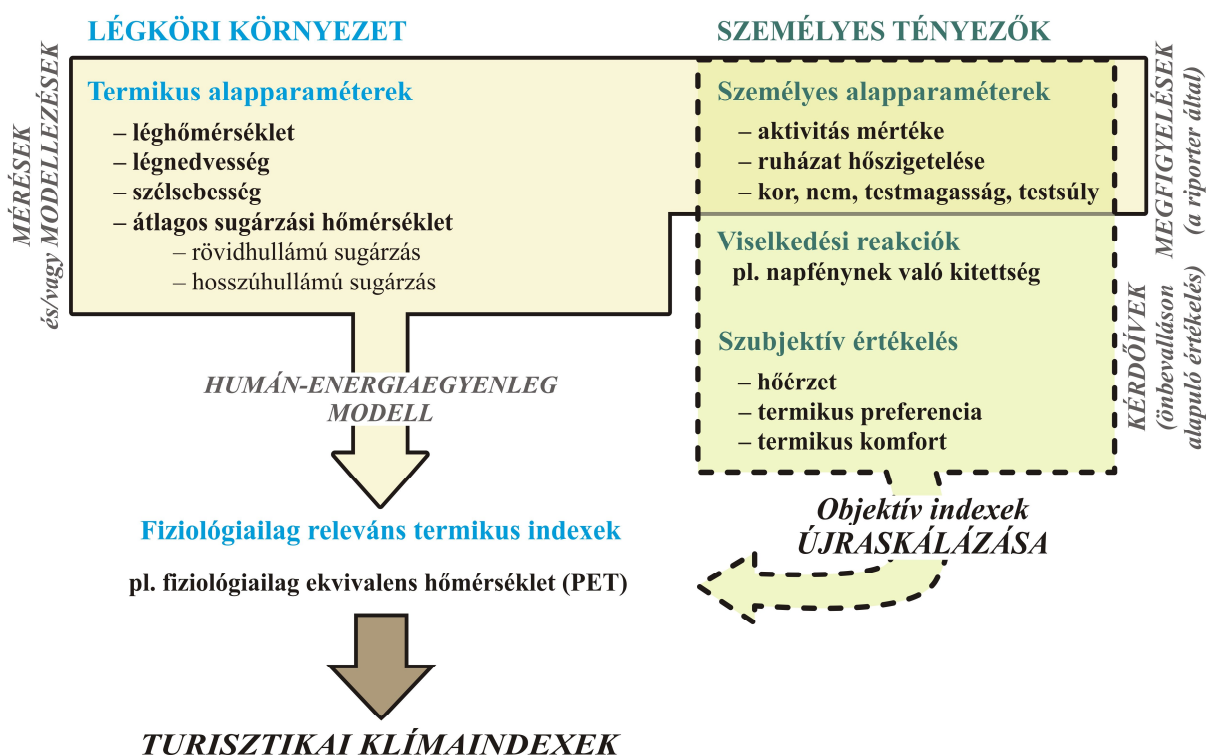
Napjainkig a szakirodalom legnagyobb része a **termikus komfortindexek** és a **turisztikai klímát értékelő mutatók standard formáját** használja. Ez a TCI esetében a már említett önkényes értékelő pontrendszerek és súlyozás használatát jelenti (példaként hivatkozható az összes, a *2.3.1. fejezetben* felsorolt, TCI-t használó forrás). Az általam nem vizsgált CIT esetében az a probléma, hogy a standard értékelő mátrixa (*2.4. táblázat*) csak egy adott nemzet és korosztály „ex-situ” módon felmért és csak egyetlen tevékenységre vonatkozó értékelését tartalmazza (ilyen használatra példa: *Amengual et al. 2012*). Ezt viszont nem célszerű változtatlan formában alkalmazni minden nemzetre, korcsoportra és turisztikai tevékenységre. Ezenfelül egy a konkrét helyszínen kivitelezett („in-situ”) felmérés (pl. *Rutty and Scott 2013, 2015, Lindner-Cendrowska and Blazejczyk 2016*) pontosabb képet ad, mint a fiktív helyszín képzetén alapuló értékelés.

A problémakör során kiemelt fontossággal bír a **PET-index**, hiszen széles körben használják a termikus komfortkutatásokban, illetve több turisztikai értékelő módszerben (pl. CIT,

³ A preferencia a különböző meteorológiai paraméterek bizonyos értéktartományaira vonatkozó szubjektív igény, a velük kapcsolatban kívánt ideális állapot (*Oliveira and Andrade 2007*).

CTIS) is megtalálható (3.3. ábra). A 3.1. fejezetben említettem, hogy a PET standard kategóriahatárai egy nyugat- és közép-európai személy fiziológiai reakcióin alapulnak (3.2. ábra). Elegendő az elmúlt néhány év publikációi közül válogatni, ezek között is nagyszámú példát találhatunk a hagyományos PET-értéktartományok használatára. Így humán-biometeorológiai vonatkozásokban például *Charalampopoulos et al.* (2013), *Nastos and Matzarakis* (2013), *Giannaros et al.* (2015), *Vitt et al.* (2015), *Basarin et al.* (2016) vagy *Roshan et al.* (2016b), míg turisztikai klimatológiai célokra például *Matzarakis et al.* (2010b, 2012), *Ndetto and Matzarakis* (2013) vagy *Brosy et al.* (2014) használta. A CTIS-ben pedig eredeti PET-küszöbértékeket alkalmazott például *Zaninovic and Matzarakis* (2009), *Shiue and Matzarakis* (2011), *Caliskan et al.* (2012), *Farajzadeh and Matzarakis* (2012) vagy *Matzarakis* (2014).

Az univerzálisan használt kategóriatartományokon túl az is problémát jelent, hogy a PET-et bevezető publikációk ugyanazokat a küszöbértékeket definiálták a különböző fokú termofiziológiai stressz és egyéni hőérzet jellemzésére. E tanulmányok mind a stresszmentes körülményekre, mind a neutrális hőérzetre 18–23 °C-os PET-tartományt határoztak meg. Hasonlóan a 23–29 °C-os intervallum mind az enyhe hőstresszviszonyokat, mind az enyhén meleg hőérzetet tükrözi (3.2. ábra, *Matzarakis and Mayer* 1996, *Matzarakis et al.* 1999). A PET-et használó szakirodalom nagy részében pedig a későbbiekben e két fajta megközelítésmód használata gyakran keveredik, nem konzisztens. A valóságban viszont a PET termikus stresszkategóriák és az egyének aktuális hőérzete általában nem esik egybe, így ekvivalens értelemben való használata nem megfelelő (*Lin and Matzarakis* 2008, *Kántor et al.* 2012, *Cohen et al.* 2013, *Yang et al.* 2013b, *Lai et al.* 2014, *Kovács et al.* 2016). Például az eredeti PET-kategóriahatárok egy szubtrópusi területen élő egyén szemszögéből felülbecsülhetik a meleg termikus viszonyokra vonatkozó érzékenységüket, ugyanakkor alábecsülhetik a hidegre való érzékenységüket (*Kántor et al.* 2016a).



3.3. ábra: A komfortindexek újraskálázásának szerepe a termikus komfortviszonyok és a turisztikai klímapotenciál hiteles leírása céljából (*Toy and Kántor* 2016 után módosítva)

Felvetődik tehát a kérdés, hogy a humán-biometeorológiai vagy a turisztikai klimatológiai mutatók univerzális használata – figyelmen kívül hagyva a helyi lakosság vagy a turisták tényleges reakcióit – **korrekt értékelést tesz-e lehetővé** a termikus komfortviszonyok vagy a turisztikai klímapotenciál vonatkozásában (3.3. ábra). E problémakörre már több tanulmány is rávilágított (Spagnolo and de Dear 2003, Knez and Thorsson 2006, 2008, Meze-Hausken 2008, Kántor 2012, Kántor et al. 2012, 2016a, Lin et al. 2015, Rutty and Scott 2015, Kovács et al. 2016, Toy and Kántor 2016), és napjainkra egyre inkább teret hódít a klimatikus viszonyokra adott szubjektív reakciók sajátosságainak megismerése. A közöttük lévő különbségek hatására pedig egyre nagyobb a törekvés, hogy a termikus komfortindexek és a turisztikai klíma értékelésére használt módszertant (skála, pontrendszer, küszöbértékek) megkíséreljük a helyi lakosság vagy a turisták reakcióival összhangba hozni.

3.3. Magyarországi előzmények

3.3.1. Turisztikai desztinációk klímapotenciáljának értékelése

A fenntartható turizmusfejlesztés egyik kulcstényezője, hogy tisztában legyünk azzal, hogy a különböző turisztikai tevékenységek éghajlati feltételei megfelelőek-e egy adott régióban. A kedvező klimatikus adottságokkal rendelkező fogadóterületek versenyelőnybe kerülhetnek a többi desztinációhoz képest. A klímapotenciál ismeretében a turisztikai szolgáltatók a kínált termékeket és szolgáltatásokat optimálisabban tudják kialakítani és elosztani, míg az utazók a megfelelő helyszínt és időpontot, illetve tevékenységformát optimálisabban tudják kiválasztani. Egy adott régió klímapotenciáljának vizsgálatához célszerűen a területen elhelyezkedő meteorológiai állomások éghajlati adatsorainak elemzése és a turisztikai mérőszámok számítása teremt egy megfelelő lehetőséget.

A komplexebb **turisztikai klimatológiai** mutatókon alapuló vizsgálatok száma **hazánk területére** vonatkozóan egyelőre **alacsony**, holott a téma fontossága, **hiánypótló szerepe** indokolja az ilyen jellegű kutatásokat. A Szegedi Tudományegyetem (SZTE) Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszékén jómagam, az Országos Meteorológiai Szolgálatnál (OMSZ) pedig elsősorban Németh Ákos dolgozik a témában. A kutatások egyik csoportját hazai és európai **turisztikai desztinációk éghajlati feltételeinek** vizsgálata alkotja. Valamennyi értékelésben a nemzeti meteorológiai szolgálatok mérőállomásainak mért adatait használják fel a mutatók meghatározásához.

Az OMSZ-ban folytatott vizsgálatok részeként elsőként [Németh \(2013\)](#) a TCI és a CTIS, majd pedig [Németh \(2015\)](#) a CIT alakulását vizsgálta Siófokra vonatkozóan. A CIT-értékeléskor a [Bafaluy et al. \(2014\)](#) által kialakított, tevékenységspecifikus tipológiai mátrixokat alkalmazta (2.3.2. fejezet). [Vitt \(2012\)](#) és [Vitt et al. \(2015\)](#) pedig a tanszékünkön végzett munkája eredményeként a CTIS-t használta Szegedre a belvárosi és a külterületi klimatikus viszonyok összehasonlítására.

Jómagam hazánkban elsőként a hagyományos eszközöket megkíséreltem a hazai lakossághoz adaptálni, elsősorban a termikus értékeléseiket figyelembe véve. Korábbi munkáimban a TCI egy kezdeti módosított verzióját dolgoztam ki, és az alapján négy hazai és két egyéb európai célterületre elemeztem a klímapotenciál alakulását. E módosított TCI termikus komponenseibe már integráltam a PET-indexet, viszont az értékelő pontjai még nem tényleges szubjektív reakciókon alapultak ([Kovács and Unger 2013, 2014a, 2014c](#)). A későbbiekben kidol-

goztam a TCI egy újabb módosított változatát, amely már a magyar lakosság termikus viszonyokkal kapcsolatos értékelését tükrözte. Ezzel az indexváltozattal négy (Kovács and Unger 2014b), illetve három (Kovács et al. 2016) magyar célterületre értékeltem a klímapotenciál alakulását. Az eredeti és a módosított index alakulását két hazai város példáján összehasonlítottam (Kovács et al. 2015). Újabb irányként pedig a TCI-on felül a CTIS-t is bekapcsoltam vizsgálataimba, melyben az eredeti és a magyar lakossághoz adaptált PET-kategóriarendszert is alkalmaztam (Kovács et al. 2016). E tanulmányokhoz hasonlóan disszertációm *6.1. fejezetében* is mutatok példákat turisztikai desztinációk értékelésére az eredeti és a módosított TCI és CTIS alapján.

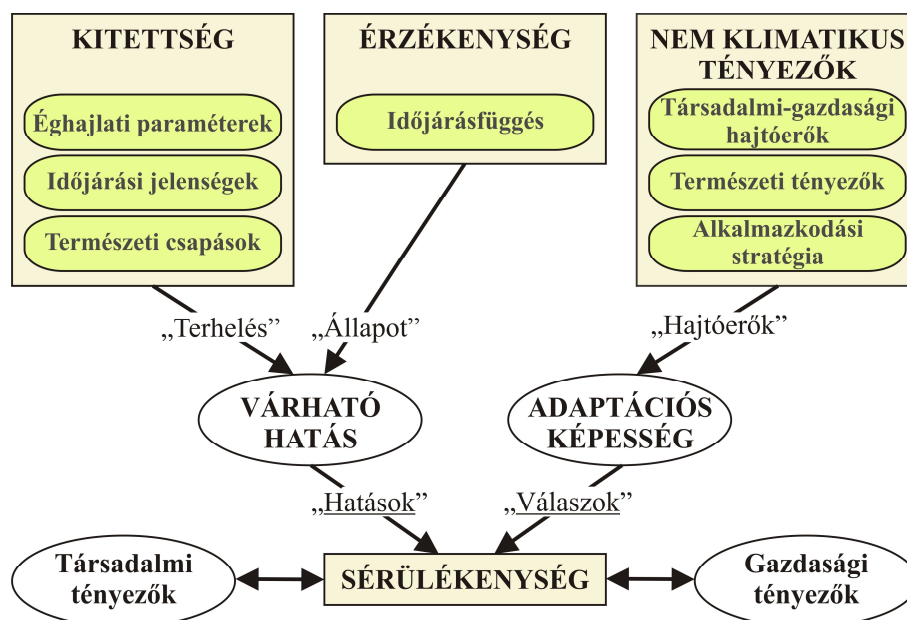
Hazánkban a turisztikai indexek első **térképes megjelenítésére** az OMSZ kötelékében került sor, *Hódos (2014)* munkájához kapcsolódóan. Vizsgálatában az eredeti TCI térbeli eloszlásának alakulását elemezte a Kárpát-régióra (44–50°É és 17–27°K). A vizsgálati területe megegyezett a nemzetközi CarpatClim projekt által lefedett célterülettel (*Szalai et al. 2013*). E projekt keretében létrejött a Kárpát-régióra vonatkozóan egy 0,1°×0,1° (kb. 10 km×10 km) horizontális térbeli felbontású, napi felbontású rácsponti adatbázis az 1961–2010 időszakra, amely számos meteorológiai alapváltozót és származtatott indikátort tartalmaz. A rácsponti értékek előállítását ellenőrizt, homogenizált mérési adatokból történt, melyeket a 0,1° felbontású rácsra interpoláltak s az országhatárok mentén harmonizáltak. A homogenizálás egy matematikai alapokon nyugvó eljárás és számítási programrendszeren, a MASH-on (Multiple Analysis of Series for Homogenization) alapult (*Szentimrey 2011*). Az interpoláció folyamata pedig a MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis) matematikai statisztikai alapokon nyugvó interpolációs rendszerrel történt (*Szentimrey and Bihari 2007*). Mindkét eljárást az OMSZ-ban fejlesztették ki és alkalmazták. *Hódos (2014)* az így előállított CarpatClim-változókból számolta ki a TCI-értékeket, majd térképes formában ábrázolta.

3.3.2. Az éghajlatváltozás turizmusra gyakorolt hatásának vizsgálata

Magyarország gazdasági-társadalmi helyzetét számottevően befolyásolják a hosszú távú globális folyamatok, közülük is főként a klíma-, az energia-, az élelmiszer- és a vízbiztonság problémakörei. Hazánkban különböző természetű, számos okra visszavezethető folyamatok eredményeként területi egyenlőtlenségek figyelhetők meg, amelyek az **éghajlatváltozás** és más begyűrűző globális változások hatására tovább mélyülhetnek, mivel az egyes régiók és társadalmi rétegek más-más módon és mértékben sérülékenyek a változásokkal szemben (*Pálvolgyi et al. 2010*). Az éghajlatváltozáshoz való **alkalmazkodás** területi és ágazati stratégiai integrációja széles körű információkat igényel a változásokkal szembeni területi szintű, társadalmi, gazdasági és környezeti **sérülékenységről**. A hazai szakpolitikai döntéshozók számára különösen fontos az éghajlatváltozás megelőzése mellett a következményekhez való adaptáció feltételeinek megteremtése, a klímaváltozás által szolgáltatott lehetőségek kiaknázása, és szükséges esetén a mitigációs intézkedések meghozatala vagy hatékonyabb megvalósítása (*Uzzoli 2015*). Ugyanakkor mind a mai napig **alig rendelkezünk olyan összehangolt vizsgálatokkal**, amelyek az éghajlatváltozás különböző szakterületekre kifejtett hatását célozzák, s egy összehangolt adaptációs stratégia kidolgozását segítik elő. A célirányos alkalmazkodási stratégia kialakításához elkerülhetetlen egy olyan objektív alapú hatásvizsgálati módszertan kialakítása, amely alapján az egyes szektoroknak a klímaváltozás hatásainak való ki-

tettséget, alkalmazkodási képességét és sérülékenységet objektív módon számszerűsíteni lehet.

A hazai éghajlat-változási sérülékenységvizsgálatok alapjait [Pálvölgyi et al. \(2010\)](#) teremtette meg. A CLAVIER nemzetközi klímakutatási projekt keretében elkészítették az ún. **CI-VAS-modellt** (Climate Impact and Vulnerability Assessment Scheme), mely egységes fogalmi és módszertani kereteket biztosít a kvantitatív éghajlati hatásvizsgálatokhoz. A modell az IPCC harmadik és negyedik értékelő jelentésében közzétett megközelítésen alapul. A sérülékenység fogalmi kereteit és a modell elvi felépítését a [3.4. ábra](#) illusztrálja. A modell az éghajlat-változási sérülékenységet egy komplex mutatóként írja le, amely a kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség integrálásával meghatározza az éghajlatváltozás okozta komplex természeti, gazdasági és társadalmi sérülékenységet ([Pálvölgyi et al. 2010](#)). A modell egyik kezdeti lépcsőjét minden esetben a **kitettség** (exposure) meghatározása adja, amely az adott földrajzi helyre vonatkozó éghajlati feltételeken és ezek megváltozásán alapul. A kitettségre vonatkozó számszerű értékeket a regionális klímodellek becslései szolgáltatják, így az objektív alapú hatás- és sérülékenységvizsgálatok egyik fontos eleme a klímodellekből nyerhető információ.



3.4. ábra: A CIVAS-modell felépítése ([Pálvölgyi et al. 2010](#))

Az egyik legújabb, éghajlat-változási sérülékenységgel kapcsolatos **nemzetközi projekt** a 2015 májusa és decembere között kivitelezett **KRITÉR** („A klímaváltozás okozta sérülékenység vizsgálata, különös tekintettel a turizmusra és a kritikus infrastruktúrákra”) elnevezésű program volt, melyben jómagam is részt vettem. A projekt egyik célja egy olyan módszertan kidolgozása volt, amely alapján hazánk területén különféle ágazatoknak a klímaváltozás hatásának való kitettségét, érzékenységét, alkalmazkodási képességét és végső soron sérülékenységét objektív módon számszerűsíteni lehet ([KRITÉR 2015](#)). A cél eléréséhez megfelelő indikátorok kidolgozására volt szükség. A projekt három fókuszterületét a környezet-egészségügy (a hőhullámok okozta többethalálozásra vonatkozó vizsgálatok), a kritikus infrastruktúra (a szélsőséges időjárási helyzetek közötti balesetekre gyakorolt hatásának vizsgálata) és a turizmus (a klimatikus viszonyok turizmusra gyakorolt hatásának vizsgálata) képezte.

A 2.2.2. *fejezetben* vázoltam, hogy napjainkra széles körű tudományos konszenzus alakult ki azzal kapcsolatban, hogy az éghajlatváltozás hatást gyakorol a **turizmus szektorra**, és a turisztikai desztinációk valamilyen mértékben sérülékenyek e hatásokkal szemben. Ennek vizsgálata létfontosságú, hiszen a turizmus mellett, hogy az egyik legfontosabb és növekvő jelentőséggel bíró nemzetgazdasági ágazat, rendkívül érzékenyen reagál az éghajlatváltozás következményeire. Hazánkban az éghajlatváltozás turizmusra gyakorolt sérülékenységeinek a vizsgálatát *Csete et al. (2013)* alapozta meg, aki a CIVAS-modell alapján Magyarország turisztikai régióira meghatározta az ország legfontosabb turisztikai kínálataira vonatkozó **sérülékenységek** mértékét. Kitétségi klímaindikátorként összesen tizenegy mennyiséget használt fel a sérülékenységek meghatározásához, mégpedig a nemzetközi meteorológiai gyakorlatban használt hőmérsékleti, csapadék, nedvesség, napfénytartam és szélsőbesség küszöbértékeket (*Csete et al. 2013*). Ugyanakkor e klímaindikátorok nem klímamodellek eredményeként integrálódtak a modellbe, hanem a rendelkezésre álló szakirodalomra támaszkodva értékelték őket.

Az említett KRITÉR projekt keretében a turizmus területére vonatkozóan a CIVAS-modell **kitétségre** vonatkozó elemét valósítottuk meg. Hazánkban elsőként a turisztikai klímaindikátorainkat (az eredeti és a módosított TCI-t, valamint a CIT-t) használtuk kitétségi indikátorként, amelyekből jómagam az eredeti és a módosított TCI számításait végeztem. A vizsgálatban mért meteorológiai adatokat és regionális klímamodell adatokat használtam, s a vizsgált terület felbontása Magyarország járási szintje volt. (A részletes módszertant a 4.2.2. *fejezet* tartalmazza.)

3.4. Kutatási célok kitűzése

A 3.1–3.3. *fejezetben* vázolt problémakörökre épülve disszertációmban az alábbi célokat tűzöm ki és a következő feladatokat végzem el (3.1. és 4.1. *ábra*):

1. A turisztikai klimatológia módszertanának fejlesztése és a magyar lakossághoz történő adaptálása

- a) A TCI időbeli felbontásának finomítása;
- b) A TCI termikus komponenseinek korszerűsítése;
- c) A TCI termikus komponenseinek hitelesítése a magyar lakosság szubjektív reakciói alapján;
- d) A CTIS termikus komponenseinek hitelesítése a hazai lakosok szubjektív reakciói alapján.

Az alcélok eléréséhez a következő feladatokat végzem el:

- a) A TCI tíznapos időbeli rendszerének kialakítása (és ehhez kapcsolódóan a csapadék al-index értékelő pontrendszerének módosítása);
- b) Módszertani fejlesztés kidolgozása, amellyel a PET-index integrálható a TCI jelenlegi termikus komponensei helyére;
- c) A magyar lakosság termikus környezetre adott szubjektív reakcióinak feltérképezése, majd a TCI termikus komponenseire új értékelő pontrendszer kialakítása;

- d) Új PET-értéktartományok lehatárolása, majd a hazai lakosok által neutrálisnak, melegnek és hidegnek érzett zónák (PET-küszöbértékek) integrálása a CTIS termikus komponenseihez.

A magyar lakosság szubjektív értékeléseinek vizsgálatát **évszakonként elkülönítve**, integrálásukat a két eszközbe pedig az **évszakos különbségek figyelembevételével** végzem. Tehát a TCI esetében évszakonként változó PET-alapú pontrendszert alakítok ki, míg a CTIS-hez évszakonként változó PET-kategóriarendszert hozok létre. Az értékelő eszközök adaptálásához felhasznált adatbázis előállításának bemutatása a [4.1.1. fejezetben](#) történik, a TCI módosításának és adaptálásának, valamint a CTIS adaptálásának módszertani koncepciója pedig a [4.1.2. fejezetben](#) kerül ismertetésre. A hazai lakosok termikus értékelésének sajátosságait az [5.2. fejezetben](#), az előállított módosított és/vagy adaptált turisztikai eszközöket pedig az [5.3. fejezetben](#) mutatom be.

2. Az értékelő eszközök alkalmazása

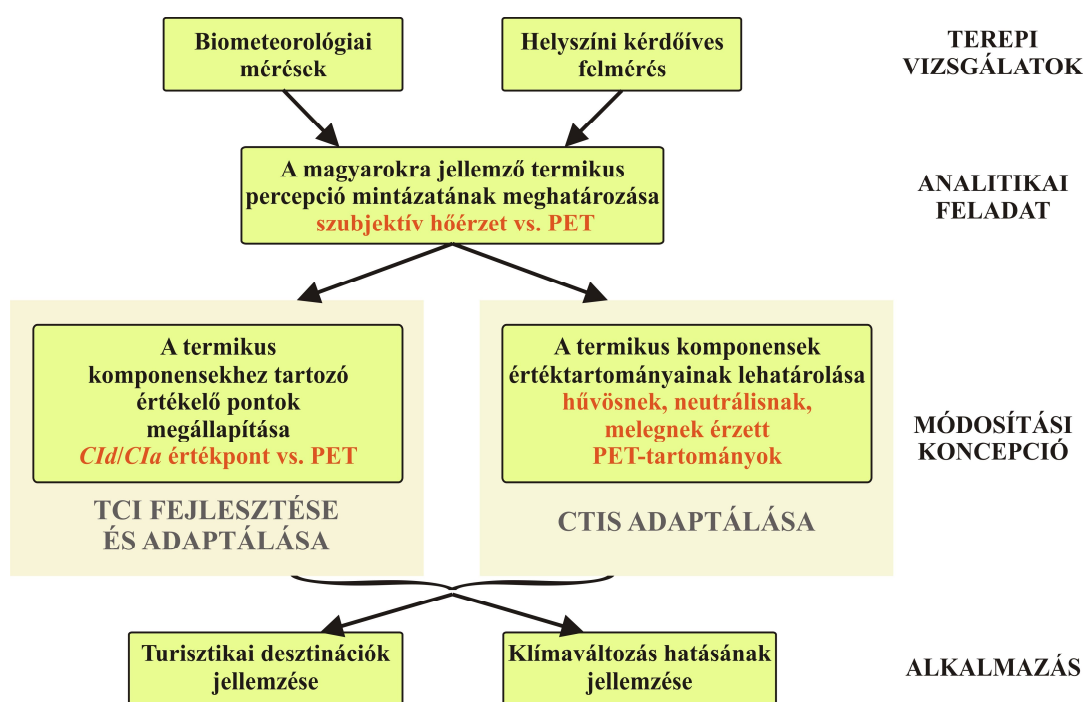
- a) Hazai és európai turisztikai célterületek jelenlegi turisztikai klímapotenciáljának jellemzése az eredeti és a módosított TCI, valamint a CTIS alapján;
- b) A turizmus szektor klímaváltozásnak való kitettségének számszerűsítése a TCI és a módosított TCI alapján.

A két alkalmazási példához felhasznált meteorológiai és klimatológiai adatbázis bemutatása és az indexek előállításának ismertetése a [4.2. fejezetben](#) történik. Az alkalmazási példák eredményeit a [6. fejezet](#) tartalmazza.

4. Adatbázisok és módszertani fejlesztés

4.1. A turisztikai klíma értékelésének adaptálása a magyar lakossághoz

A TCI és a CTIS hitelesítése a magyar lakosság szubjektív reakciói alapján elsőként magának a termikus környezetre adott **szubjektív reakcióknak a feltérképezését** igényli (3.1–3.2. fejezet, 3.1. ábra). A termikus viszonyokra adott – meghatározott populációra jellemző – szubjektív értékelési minták feltárása általában két, egymással párhuzamosan végzett **felméréssorozaton** alapul (4.1. ábra). Az egyik során a termikus környezet paramétereit rögzítik a vizsgálati helyszínen speciális előírásoknak megfelelő, mikro-biometeorológiai mérések keretében. A másik felméréssorozat a területre látogatók szubjektív (egyéni) reakcióinak vizsgálatát foglalja magában, melynek felvételezése általában kérdőívek alkalmazásával történik. Az objektív (mérési) adatok (és az ezekből kiszámolt komfortindexek), valamint a pillanatnyi szubjektív reakciók összevetése által tárhatjuk fel az adott populációra jellemző értékelésmintázatokat (ún. thermal assessment patterns) (4.1. ábra). Objektív mérőszámként szolgálhat maga a léghőmérséklet (T_a) is, de a hitelesebb értékelés érdekében célszerű inkább egy komplex termikus indexet alkalmazni (pl. PET) (Függelék 1. táblázat). Szubjektív mérőszámként használhatjuk a hőérzetet (thermal sensation vagy thermal perception), a termikus viszonyokkal kapcsolatos preferenciát (thermal preference), de kérdőívünkben rákérdezhetünk akár a termikus viszonyokkal kapcsolatos elégedettségre vagy azok elfogadhatóságára is (thermal suitability vagy thermal acceptance).



4.1. ábra: A dolgozat eredményeinek vázlatos felépítése a terepi felméréstől az alkalmazási példák bemutatásáig

A hazai lakosok szubjektív reakcióinak feltérképezéséhez egy hosszú távú, Szegeden végzett szabadtéri humánkomfort mérési kampány adatait használtam fel. A következő alfejezetben a terepi mérések során felvételezett adatbázist ismertetem, amely a bázisát képezi a turisztikai értékelő eszközök adaptálásának.

Mielőtt azonban tovább haladnék ezen a vonalon, fontosnak tartom újfent hangsúlyozni, hogy – a 3.2. fejezetben részletezett adaptációs mechanizmusok révén – a szubjektív értékelések során „semlegesnek” vagy „kellemesnek” („komfortosnak”) ítélt termikus viszonyok az esetek többségében nem esnek egybe a különféle indexek (pl. a PET) által „stresszmentesnek” definiált termikus viszonyokkal. Dolgozatomban a magyar lakosság **hőérzeti mintázatait** vizsgálom, külön figyelmet fordítva a „*neutrálisnak*”, a „*hűvösnek*” és a „*melegnek*” érzett tartományok meghatározására, mégpedig évszakos felbontásban. A 3.2. ábrán feltüntetett eredeti PET-kategóriahatárokat dolgozatom további részeiben a **termofiziológiai stressz** mértékének leírására használom („*stresszmentes*”, „*hőstressz*” vagy „*hidegstressz*” állapotaként). E stresszkategóriák határai mindegyik évszakban ugyanazok, s nem szándékozom őket módosítani, hiszen ahhoz sokkal részletesebb, fiziológiai vizsgálatokra lenne szükség.

4.1.1. Szegedi felmérések

A felmérések általános keretei

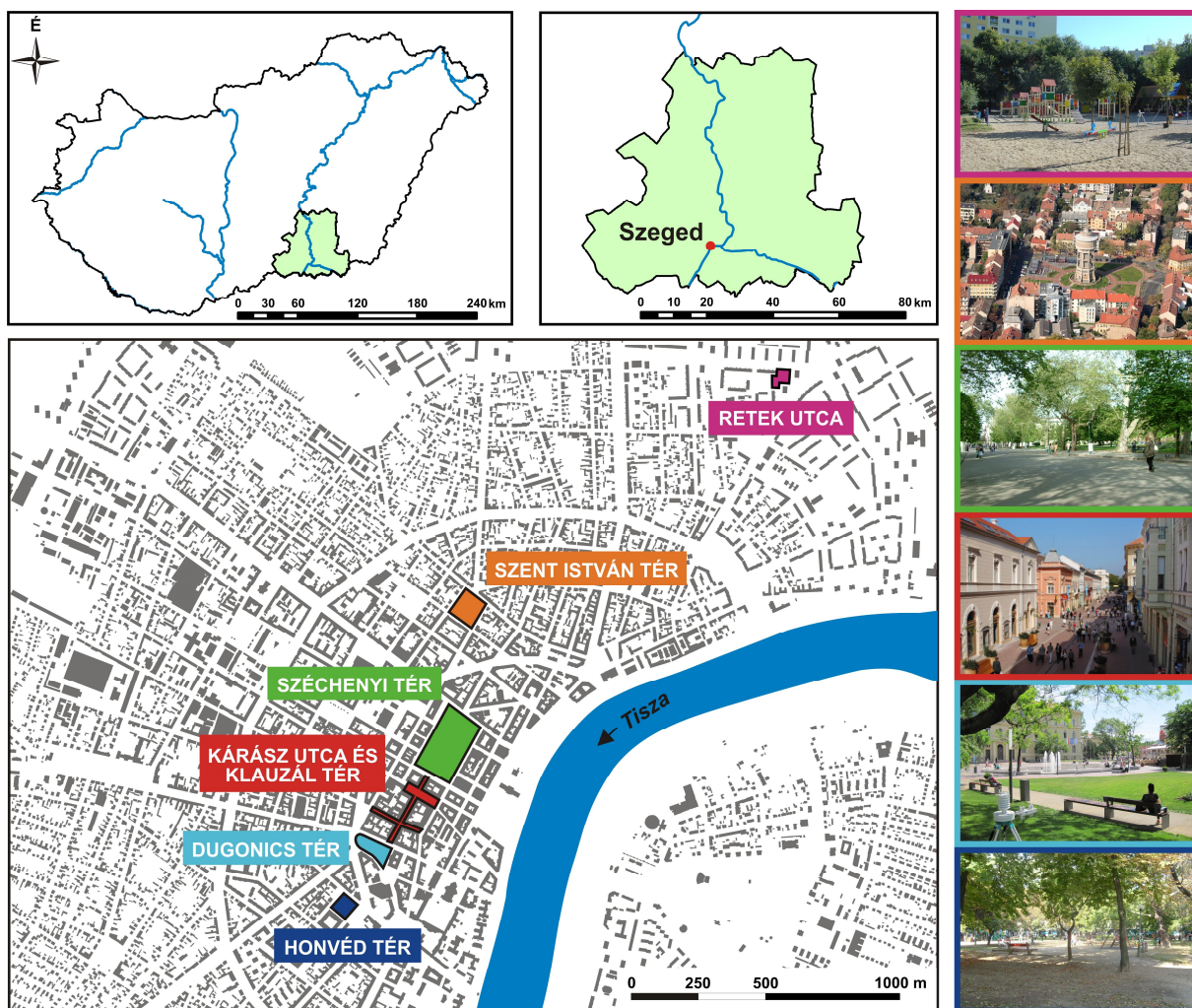
Szeged (46°É, 20°K) Magyarország délkeleti részén, a Dél-Alföld régióban helyezkedik el. Az ország harmadik legnépesebb városa, lakosainak száma közel 163 000 fő. Közigazgatási területe 281 km², ebből a városi, elővárosi területek 40 km²-t tesznek ki. Beépítettsége a sűrűn elhelyezkedő középmagas (2-es lokális klímazóna – LCZ2) területtől az alig beépített (LCZ 9) területekig terjed (Lelovics et al. 2014, Unger et al. 2014). A város sík területen fekszik (tengerszint feletti magassága 75–85 m között változik), ami biztosítja a kis léptékű mikrometeorológiai eredmények általánosítási lehetőségeit (Andrade and Vieira 2007).

Köppen éghajlat-osztályozási rendszere szerint – amely figyelembe véve a növényföldrajzi sajátosságokat, a csapadék és a léghőmérséklet éven belüli változásán és összegén alapul – a város térsége a *Cf* osztályba sorolható, ami meleg-mérsékelt éghajlati viszonyokat és egyenletes csapadékeloszlást jelent. A Trewartha-féle kategorizálás alapján, amely még inkább kiemeli a növényzeti adottságokat, Szeged a *D.I.* osztályba tartozik: kontinentális éghajlat hosszabb meleg évszakkal (Péczely 1979). Szeged sokévi középhőmérséklete az 1981–2010-es éghajlati normálidőszak adatai alapján 10,9 °C, a napi maximum-hőmérsékletek átlaga 16,6 °C, a minimumoké pedig 5,9 °C. A csapadék sokévi összege 514 mm, a napfénytartam 2049 óra (OMSZ 2015a). A havi középhőmérséklet áprilistól októberig 10 °C felett alakul, a maximum-hőmérséklet pedig megközelíti vagy meghaladja a 20 °C-ot, így ez az időszak tekinthető a legalkalmasabbnak szabadtéri (turisztikai) tevékenységek szempontjából. Mivel Szeged Magyarország egyik legmelegebb városa, napjaink Kárpát-medencére prognosztizált melegedő tendenciája révén (Krüzselyi et al. 2011, Pongrácz et al. 2013, Bartholy et al. 2014, Szépszó 2014, Belda et al. 2015, Csorvási et al. 2016) városklímája intenzíven érintett a klímaváltozás által.

Az SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszékének városklíma-kutatócsoportja (UCRG 2015) – melynek 2012 óta jómagam is tagja vagyok – 2006 óta végez komplex **humán-bioklimatológiai felméréseket** (pl. Égerházi et al. 2013a, 2013b, 2014, Kántor 2016, Kántor et al. 2012, 2016a, 2016b, Kovács et al. 2014, 2016, Takács et al. 2016). A legkiterjedtebb mérési kampány – melynek adatait a dolgozatomhoz felhasználom – elsősorban 2011 és 2012-ben kivitelezett köztéri méréseket foglal magában, amit 2015-ben újabbakkal egészítettünk ki.

A **terepi felmérések** 2011 és 2012-ben márciustól októberig zajlottak. Mivel a május-júniusi hónapokban a humánerőforrás hiánya miatt kisebb számban születtek mérési eredmények, 2015 folyamán kiegészítettük adatbázisunkat e két hónap adataival a korábbiakban teljesen megegyező mérési szisztéma alapján. A téli időszakban azért nem végeztünk méréseket, mert ekkor a területeken időző látogatók száma (akár a helyi lakosság, akár a turisták vonatkozásában) minimális, s így a szabadtéri termikus komfort vagy a turisztikai klíma vizsgálata szempontjából ez az időszak nem bír számottevő jelentőséggel ezen az éghajlaton. A felmérések kivitelezésében a tanszéki munkatársakon kívül számos egyetemi hallgató és demonstrátor is segítségünkre volt, jómagam pedig 2012 ősztől kapcsolódtam be a felmérésekbe.

A mérési időszakban Szeged hat, frekventált területen lévő, nagy számban látogatott **közterületét** mértük fel: a közkedvelt sétálóutca, a Kárász utca és a szervesen hozzátartozó Klauzál tér együttesét, a város központi tereiként szolgáló, rendkívül gyakran látogatott Dugonics teret és Széchenyi teret, továbbá a Szent István teret, valamint az elsősorban játszótérként funkcionáló, parkos Honvéd teret és Retek utcai játszóteret (4.2. ábra). A területek rendkívül sokféle térkialakítással rendelkeznek, változatos felszín- és vegetációborításúak, így a kis léptékű humán-biometeorológiai viszonyok széles skálája tud érvényesülni a területeken. Az adatgyűjtésnél arra törekedtünk, hogy az egyes mintaterületeken lehetőleg mind a három vizsgált évszakban (tavasz, nyár, ősz) végezzünk méréseket.



4.2. ábra: A szegedi humánkomfort-felmérés mintaterületeinek elhelyezkedése

A meteorológiai adatok gyűjtését két könnyen mobilizálható városklíma-állomással végeztük. 2011 tavaszán a Széchenyi és a Dugonics téren egymással párhuzamosan folyt mérés. A két terület viszonylag eltérő felszín- és vegetációborítással rendelkezik: a Széchenyi tér nagy része parkosított, jelentős árnyékoló faállománnyal, míg a Dugonics teret nagyjából meszterseges felszínborítás uralja, árnyékos terület kevesebb található. Ebben az esetben a Széchenyi téren árnyékos helyre helyeztük az egyik állomásunkat, a másikat pedig a Dugonics tér egy napos területére. 2011 nyarától mindkét műszerünket mindig ugyanarra a térre, de annak két különböző pontjára tettük, melyek közül az egyik egy napnak kitett, míg a másik (épület vagy vegetáció által) árnyékolt pont volt. A Szent István téren – árnyék szinte teljes hiányában – mindkét műszer napon, ugyanakkor eltérő felszínborítású területen helyezkedett el (térkövön és füves felszínen) (4.1. táblázat).

4.1. táblázat: A szegedi humánkomfort-felmérés adatgyűjtési módszerei mérések útján

Felmérési periódus	Helyszín	Mérési napok	Állomás elhelyezése
2011. tavasz	Széchenyi tér Dugonics tér	12–12 nap, párhuzamosan	1–1 állomás párhuzamosan a két téren
2011. nyár	Honvéd tér Retek u. Kárász u. Szt. István tér	2–2 nap/terület	
2011. ősz	Retek u. Kárász u.	6 nap 5 nap	
2012. tavasz	Retek u. Kárász u.	5 nap 5 nap	1–1 állomás ugyanazon tér két eltérő pontján
2012. nyár	Honvéd tér Retek u. Kárász u. Széchenyi tér	4–4 nap/terület	
2012. ősz	Széchenyi tér Szt. István tér	6 nap 7 nap	
2015. tavasz 2015. nyár	Dugonics tér	8 nap	

A mérések a három év során minden nap 10:00 és 18:00 óra között zajlottak (néhány esetben a mérést eső miatt korábban meg kellett szakítani), s összesen 78 mérési nap született. A sokrétű vizsgálatsorozathoz dolgozatomhoz a mérési és a kérdőíves eredmények szükségesek, így a következőkben az ezekkel kapcsolatos, vizsgálatomhoz szükséges részleteket mutatom be.

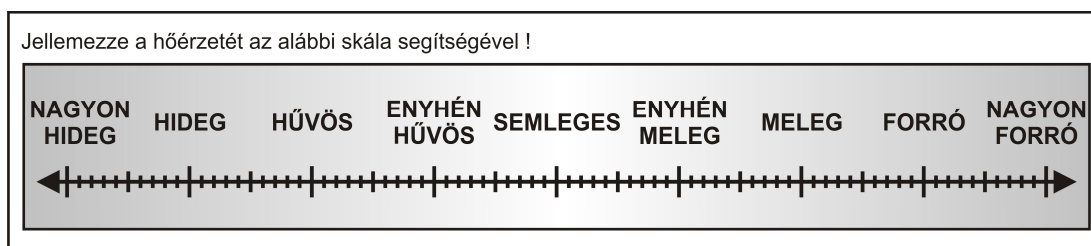
A szubjektív hőérzet felmérése

A kérdőíves felmérést a területeken hosszabb ideje tartózkodó látogatókkal végeztük. Az adatgyűjtés transzverzális kialakítású volt, vagyis nagyszámú személy egyszeri, pillanatnyi értékelésére voltunk kíváncsiak, szemben az ugyancsak elterjedt longitudinális vizsgálatokkal,

melyekben kevesebb egyén, egy adott időtartam során többször is értékelt (*de Freitas 1990*). A kérdőívek egymástól jól elkülönülő kérdéscsoportok mentén épültek fel, és kitöltésük optimális esetben öt-hat percet vett igénybe. A kérdőívek egyes blokkjaiban feljegyeztük a látogatók személyes jellemzőit (elsősorban azon tényezők felvételezését tartottuk fontosnak, melyek befolyással bírhatnak a termikus környezet értékelésére), felmértük területhasználati szokásaikat és motivációikat, a termikus környezetre vonatkozó szubjektív reakcióikat és értékeléseiket, valamint a térkialakítással kapcsolatos egyéni megítélésüket (*Függelék 2. ábra*). Dolgozatomban a termikus viszonyokra adott szubjektív reakciókat, és ezen belül is a látogatók hőérzetét vizsgáló blokk adatait használok fel (*4.3. ábra*).

A **szubjektív hőérzet (thermal sensation – TS)** rögzítésére a legtöbb termikus komfortot vizsgáló tanulmány 7 fokozatú szemantikus differenciálskálát használ (*Függelék 1. táblázat*), melyen hidegtől forróig terjednek a választható **hőérzetopciók (hőérzetszavazatok) (TSV – thermal sensation vote)**. Ezt a fajta – eredetileg beltéri vizsgálatokhoz kifejlesztett – hőérzeti skálát a szegedi vizsgálatokban 9 fokozatúvá bővítettük, beiktatva egy-egy kategóriát a nagyon hideg és a nagyon forró viszonyok jellemzésére (*Kántor 2012, 2016, Kántor et al. 2011a, 2011b, 2012, 2016a, Kovács et al. 2014, 2016*) (*2.2.4. fejezet*). Ennek motivációját egyrészt az képezte, hogy így a kültéren tapasztalható termikus viszonyok szélesebb spektrumát tudjuk lefedni. Másrészt a hagyományos PET-kategóriarendszer is 9 kategóriából áll, az extrém hidegstressz/nagyon hideg hőérzettől az extrém hőstressz/nagyon forró hőérzetig (*3.2. ábra, Matzarakis and Mayer 1996, Matzarakis et al. 1999*), s így megalapozottabbá válik a későbbiekben az objektív adatok és a szubjektív értékelések közötti kapcsolat vizsgálata. Kilencpontos TSV-skálára *Cohen et al. (2013)* és *Yahia and Johansson (2013)* munkájában találunk példát (*Függelék 1. táblázat*).

Az elemzés megkönnyítése érdekében a kategóriákat –4 és +4 közötti értékekkel dekódoltuk, ahol a –4 jelenti a nagyon hideg, a +4 pedig a nagyon forró hőérzetet (*4.3. ábra*). A TSV-skálánk lehetővé tette a kilenc fő hőérzeti kategória megjelölésén túl a hőérzet tizedesjegy pontosságú megjelölését is (erre mindössze *Xi et al. 2012* munkájában láthatunk példát). Tudomásom szerint a magyar vizsgálat az egyetlen, amely kilenc fő kategóriából álló TSV-skálát alkalmazott és ezzel együtt köztes tartományok kiválasztását is lehetővé tette. A vizsgált három év során összesen **6764 darab kérdőív** született.



4.3. ábra: A szegedi humánkomfort-felmérés során használt kilenc fő kategóriából álló hőérzeti skála (részlet a kérdőívből)

A mikrometeorológiai paraméterek mérése

A **mikrometeorológiai adatok** gyűjtését az említett két mobil városklíma-állomással végeztük (a továbbiakban VK-1 és VK-2 állomás), melyeket speciálisan a humánkomfort-felméréseink céljából állítottak össze (*4.4. ábra*). Teleszkópos háromlábak segítségével mind-

két műszeregyüttes 1,1–1,2 m magasságra színtezhető, amely megfelel a városi humán-bioklimatológiai vizsgálatokra vonatkozó irányelveknek (VDI 3787), vagyis egy átlagos európai személy súlypont-magasságának (Mayer 2008, Mayer et al. 2008, VDI 1998).

A műszerek a termikus viszonyok értékeléséhez szükséges meteorológiai változók (léghőmérséklet, relatív nedvesség, szélsébség, rövidhullámú és hosszúhullámú sugárzási fluxusok) egyperces átlagértékeit rögzítették. Az állomások két-két fő műszeregyüttesből épülnek fel. A léghőmérséklet, a légnedvesség, valamint a szélsébség perces értékeit egy-egy Vaisala WXT520 típusú mérőműszer szolgáltatta (4.4. ábra). A rövid- és hosszúhullámú sugárzási fluxusok mérését egy-egy Kipp & Zonen gyártmányú CNR 1 (a VK-1 állomáson) és CNR 4 típusú (a VK-2 állomáson) nettó radiométer tette lehetővé, melyek egy-egy, egymásnak háttal elhelyezkedő (vagyis egyszerre két hemiszféra monitorozását lehetővé tevő) piranométerből és pirgeométerből állnak (4.4. ábra). A szenzorokra vonatkozó adatokat a 4.2. táblázat tartalmazza. A sugárzásmérők egy-egy forgatható karra voltak felszerelve, ami lehetővé tette mind a sugárzásmérő, mind a kar 90°-kal történő elforgatását. Így biztosítva volt, hogy a rövid- és hosszúhullámú sugárzási fluxusokat hat, egymásra merőleges irányból mérjük (felső és alsó hemiszféra, kelet-nyugat és észak-dél). A két 90°-os forgatást hárompercenként, manuálisan végeztük (az érdekesség kedvéért megemlítem, hogy a három év során a két állomáson ez közel 25 000 db forgatást jelentett). A szenzorok beállási idejére és a forgatással nyert idővesztésre tekintettel az első egyperces sugárzási fluxus adatokat töröltük adatbázisunkból.



4.4. ábra: A szegedi humánkomfort-felmérés során használt városklíma-állomások (VK-1 és VK-2) és legfontosabb egységeik

4.2. táblázat: A városklíma-állomások szenzorai, pontosságuk és mérési magasságuk

Paraméter	Szenzor	Pontosság	Magasság
T_a [°C]	Thermocap, WXT 520, Vaisala	$\pm 0,3$ °C 20 °C-nál, $\pm 0,25$ °C 0 °C-nál	1,2 m
RH [%]	Humicap, WXT 520, Vaisala	$\pm 3\%$ 0–90%-nál, $\pm 5\%$ 90–100%-nál	1,2 m
v [m/s]	Windcap ultraszónikus anemométer, WXT 520, Vaisala	$\pm 3\%$ vagy $\pm 0,3$ m/s (nagyobb)	1,2 m
K_i, L_i [W/m ²]	forgatható CNR 1 és CNR 4 nettó radiométer, Kipp & Zonen		1,1 m

T_a = léghőmérséklet, RH = relatív nedvesség, v = szélsébség, K_i = rövidhullámú sugárzási fluxusok, L_i = hosszúhullámú sugárzási fluxusok

A sugármérők forgatásának az ún. **átlagos sugárzási (radiációs) hőmérséklet** (T_{mrt}) számításában volt szerepe, amelyet később a PET számításához kellett felhasználnom. A T_{mrt} mérőszám egyetlen, Celsius-fok dimenziójú számértékben összegzi az emberi szervezetet érő valamennyi rövid- és hosszúhullámú sugárzás hőhatását. Definíció szerint annak a képzeletbeli feketetestként sugárzó ($\varepsilon = 1$ emisszivitású) buroknak az egységes hőmérséklete, amely ugyanazt a sugárzási hőcserét eredményezné egy, a hipotetikus környezetben lévő ember számára, mint a valóságos (komplex) sugárzási környezet, amelyben ez a személy valójában tartózkodik (Fanger 1972, Höppe 1992, VDI 1998, ASHRAE 2001, Kántor and Unger 2011). Értéke a gyenge sugárzással jellemezhető zárt terekben nagyjából megegyezik a beltéri környezet léghőmérsékletével, szabadtéren azonban többszörösen meghaladhatja azt (VDI 1998, Kántor and Unger 2011). Mivel a sugárzási tér szabadtéri környezetben (különösen városi környezetben) rendkívül komplex, a T_{mrt} pontos meghatározása az egyik legnehezebb feladat a szabadtéri termikus komfortkutatásokban (Höppe 1992, Spagnolo and de Dear 2003, Kántor et al. 2015).

Mai ismereteink szerint a T_{mrt} meghatározásának legpontosabb módszere a már említett, hat kardinális irányból érkező rövid- és hosszúhullámú sugárzási fluxusok mérését veszi alapul (Höppe 1992). Az eljárás lényege, hogy a hat féltérből érkező sugárzási fluxusokat ún. láthatósági tényezőkkel súlyozza, majd ennek eredőjeként számítja ki a T_{mrt} -t:

$$T_{mrt} = \sqrt[4]{\frac{\sum_{i=1}^6 W_i \times (a_k \times K_i + a_l \times L_i)}{a_l \times \sigma}} - 273,15 \quad [^{\circ}\text{C}]. \quad (4)$$

Az egyenletben K_i a rövidhullámú, míg L_i a hosszúhullámú sugárzási fluxusok értékét jelöli, a_k és a_l az emberi test rövid- és hosszúhullámú tartományra vonatkozó abszorpciós képessége (standard értékük 0,7 és 0,97). A σ jelöli a Stefan–Boltzmann-állandót, melynek értéke $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$. W_i a láthatósági súlytényező, melynek értéke a különböző irányoknak kitett testfelszín méretétől függ ($\sum W_i = 1$). Megszokott gyakorlat a humán-biometeorológiai kutatások során, hogy W_i értékeit egy forgásszimmetrikusnak tekintett álló vagy sétáló emberre adják meg: a négy oldalirány (négy égtáj) esetében 0,22, míg a két függőleges irányt (az alsó és felső hemiszférát) tekintve 0,06 (Höppe 1992, VDI 1998).

Miután valamennyi mérési adat rendelkezésemre állt (tehát a két VK-állomással mért T_a -, RH -, v -, valamint a kiszámolt T_{mrt} -adatok), az egyperces értékekből ötperces mozgóátlagokat számoltam (összhangban a kérdőíves interjúk tipikus időtartamával), s ezeket használtam fel további számításaimhoz.

A mérési és a kérdőíves adatok összekapcsolása

A 4.1. ábra értelmében a mérések révén előállított objektív adatokat **hozzárendeltem** a kérdőíves adatbázishoz, hogy reprezentálhassam a megkérdezett személyek aktuális termikus környezetét. Az adatok csatolása az állomások (közterenként és időszakonként eltérő) elhelyezkedésétől (4.1. táblázat), az aktuális égboltviszonyoktól és maguktól a meteorológiai paraméterektől függően rendkívül komplex módon, jól meghatározott módszertan szerint történt. A következőkben a csatolás módszertanának legfontosabb elemeit vázolom (4.3. táblázat).

4.3. táblázat: A mérési és a kérdőíves adatok összekapcsolásának módszertana

Felmérési periódus	Helyszín	Állomás elhelyezése	T_{mrt} , T_a - és RH -adatok csatolása		v -adatok csatolása
			Napos és árnyékos térrészek elkülöníthetők	Napos és árnyékos térrészek nem elkülöníthetők, vagy az egész terület árnyékban van	
2011. tavasz	Széchenyi	„árnyékos” VK-1	→ árnyékban lévő alanyok		
	Dugonics	„napos” VK-2	→ napon lévő alanyok		
2011. nyár	Honvéd	„árnyékos” VK-1	→ árnyékban lévő alanyok	→ állomás közelsége alapján	→ állomás közelsége alapján
2011. ősz	Retek				
2012. tavasz	Kárász	„napos” VK-2	→ napon lévő alanyok		
2012. nyár	Széchenyi				
2012. ősz	Dugonics				
2015. tavasz	Szt. István	„füves” VK-1	→ állomás		
2015. nyár		„térköves” VK-2	közelsége alapján		

VK-1, VK-2 = városklíma-állomások, T_{mrt} = átlagos sugárzási hőmérséklet, T_a = léghőmérséklet, RH = relatív nedvesség, v = szélsébség

A szélsébség esetén a csatoláskor meghatározó tényező minden esetben az egyének pontos elhelyezkedése volt, amelyet minden alkalommal a területet ábrázoló térképen jelöltünk. Mindig az adott egyénhez közelebb elhelyezkedő VK-állomás szélsébségadatát csatoltam a kérdőíves adatokhoz.

Ahhoz, hogy eldöntsem, hogy melyik mérőpont T_a -, RH - és T_{mrt} -adatát rendeljem az egyes kérdőívekhez, figyelembe vettem az egyes alanyok napfénynek való kitettségét (expozíció), a kérdőíveken ugyanis jelöltük, hogy az adott személy napon, félárnyékban vagy árnyékban helyezkedik-e el (feltéve, hogy lehetőség volt a különböző árnyékviszonyokkal rendelkező területek elkülönítésére). Felhasználtam az interjú idejére jellemző aktuális égboltviszonyadatokat is, hogy elkülönítsem azokat az eseteket, amikor az alanyok napfénynek való kitettsége egyértelműen meghatározható volt (*Függelék 2. ábra*).

A T_a -, RH - és T_{mrt} -értékek csatolásával kapcsolatban megemlíttem, hogy igyekeztünk mindig valamelyik állomáshoz közel elhelyezkedő, a napfénynek az adott állomással ekvivalens kitettségű személyt megkérdezni, s így ennek az állomásnak az adatát csatolni. Tehát gyakorlatilag ez azt jelentette, hogy 2011 tavaszán a Széchenyi téri árnyékos állomás adatait az azon a téren árnyékban tartózkodó alanyokhoz csatoltam, a Dugonics téri napos állomás adatait pedig az ott megkérdezett napon lévő alanyokhoz. 2011 nyaratól pedig az árnyékban lévő személyekhez a tér árnyékos részén elhelyezkedő állomás, a „napos” alanyokhoz pedig a napon lévő állomás T_a -, RH - és T_{mrt} -adatát csatoltam.

Természetesen azt, hogy folyamatosan napon vagy árnyékban helyezkedjen el a műszer, rendkívül nehéz volt biztosítani a köztér sajátosságai (épületek elhelyezkedése, faállomány sugárzásáteresztő-képességének jellege) és a napmagasság folyamatosan változó (évi és napi) menete miatt. Ennek kiküszöbölése úgy működött az adatok összekapcsolása során, hogy a problémás esetekben az adott napi K_i - (rövidhullámú sugárzási komponensek) és T_{mrt} -adatok alapján eldöntöttem, hogy a műszer valójában napon vagy árnyékban helyezkedett-e el. Ilyen

„rendellenes” időszakokban a 2011. tavaszi méréskor természetesen csak az állomás aktuális benapozódásával vagy beárnyékolódásával ekvivalens kitettségű alanyokhoz csatoltam (feltéve egyáltalán, hogy a problémás időszak érintett kérdőívet), az ellentétes kitettségű alanyokhoz nem. 2011 nyarától abban a néhány esetben, ha az árnyékos állomás rövid időre napra került, és ez érintett kérdőívet, a kilengéstől mentes (benapozódás előtti-utáni) adatot csatoltam. Ha az adott terület a késő délutáni órákban árnyékba került (leginkább 2011 és 2012 őszén az alacsony napállás miatt a Kárász utcán, a Retek utcai játszótéren és a Széchenyi téren), és ez az időszak érintett napon elhelyezkedő alanyt, akkor a T_a -, RH - és T_{mrt} -értékeket az állomásközelség alapján csatoltam (tehát ahogyan a v -adatot).

A Szent István tér esetében pedig – ahol mindkét műszerünket csak napra tudtuk helyezni – minden paraméterre az állomás közelsége döntött. Ezen a téren 2012 őszén a késő délutáni órákban az alacsony napállás miatt már beárnyékolódtak a műszerek, így ekkor már csak az árnyékos alanyokhoz csatoltam, az esetleges napon elhelyezkedő személyekhez nem.

A teljes adatbázisra érvényes az, hogy a félárnyékban lévő személyeket minden esetben árnyékosnak tekintettem, és az árnyékos személyekkel ekvivalens szisztéma szerint történt az adatok csatolása. Borult égboltviszonyok esetében (vagyis azokban a percekben, amikor az alanyok napfénynek való kitettségét nem lehetett megállapítani a felhőzet miatt) mind a négy paramétert az állomásokhoz való közelség alapján csatoltam minden helyszínen és időszakban. Előfordult néhány eset, hogy a csatolási koncepció szerint szükségem lett volna az alany aktuális expozíciójára, de adathiány miatt ez nem állt rendelkezésre. Természetesen ilyen esetekben nem csatoltam az alanyokhoz meteorológiai adatot.

A termikus környezet (T_a , RH , v , T_{mrt}) emberi szervezetre gyakorolt együttes hatásának kifejezése céljából – s így a termikus terhelés objektív számszerűsítésére – a **PET-indexet** számoltam ki. Fontos kiemelni, hogy a PET-értékeket az imént ismertetett módszertan alapján csatolt T_a - RH - v - T_{mrt} kombinációból számoltam ki, végeredményben tehát minden egyes PET-érték az adott alany körüli kis termikus környezetet jellemzi. Azokat az eseteket, amikor nem állt rendelkezésemre expozícióadat vagy valamely mérési adatot nem tudtam csatolni (és így természetesen PET-et sem tudtam számolni), kiszűrtem az adatbázisból. Így valamennyi elemzésem bázisát összesen **5805 darab szubjektív–objektív adatpár** képezi. Ezen belül a továbbiakban az objektív adatok közül a mérési adatokból számolt **PET-értékekre**, a szubjektív adatok közül pedig a -4 és $+4$ közötti értékeként dekódolt **szubjektív hőérzeti adatokra (TSV)** volt szükségem.

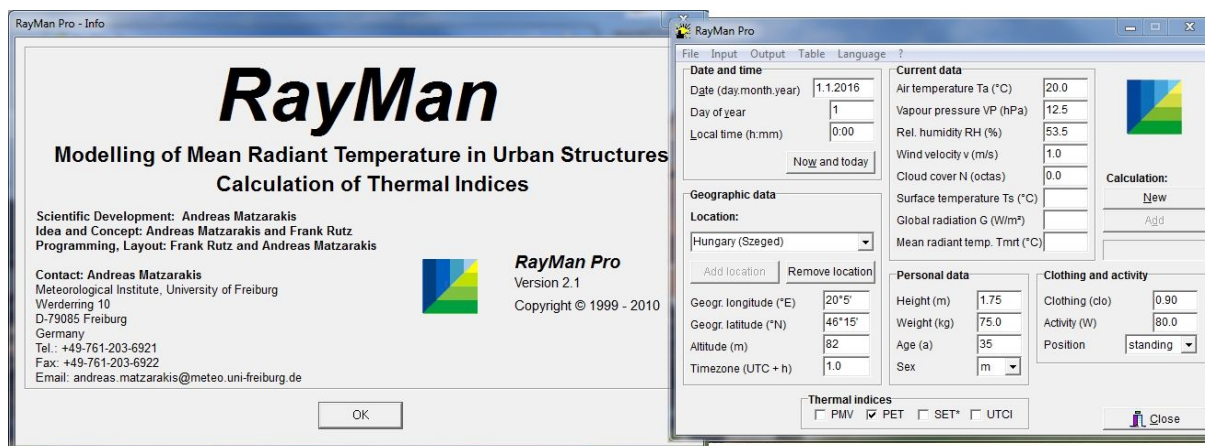
A PET-index és meghatározási lehetősége

E fejezet lezárásaként röviden kitérek a PET-index, illetve a kiszámításához használt szoftver bemutatására. A **PET-indexet** kifejezetten kültéri használat céljából fejlesztették ki, így széles körben alkalmazzák a szabadtéri termikus komfortvizsgálatok során (pl. *Matzarakis et al. 1999, Gulyás et al. 2006, Lin 2009, Matzarakis and Endler 2010, Mahmoud 2011, Cheng et al. 2012, Kántor et al. 2012, 2016a, Cohen et al. 2013, Pearlmutter et al. 2014, Kovács and Németh 2012, Kovács et al. 2016*). A PET értéke a következőképpen értelmezhető. Tegyük fel, hogy enyhén szeles, magas léghőmérséklettel és alacsony páratartalommal jellemezhető kültéri környezetben tartózkodunk, testünket pedig direkt napsugárzás éri. E paraméterek együttese bizonyos fiziológiai válaszokat vált ki szervezetünkben, hogy az elkerülje a túlhevülést (testfelszínközeli vérereink kitágulnak, verejtéktermelésünk intenzívebbé válik). E reak-

ciók eredőjeként módosul belső testhőmérsékletünk és bőrhőmérsékletünk (utóbbi esetében természetesen jelentősebb különbségek adódnak különböző környezetekben). Ezután képzeljük el, hogy egy tipikus beltéri környezetben tartózkodunk, amelyben a léghőmérsékleten kívül valamennyi termikus paraméter értékét standardizáljuk: $v = 0,1$ m/s (alig van légmozgás), $e = 12$ hPa (ami $T_a = 20$ °C esetén $RH = 50\%$) és $T_{mrt} = T_a$ (nem éri direkt sugárzás a testet). Keressük azt a léghőmérsékletet (T_a), amely esetén a feltételezett beltéri környezet pontosan olyan fiziológiai reakciókat vált ki belőlünk (és ezáltal ugyanarra a belső testhőmérséklet- és bőrhőmérséklet-értékre vezet), mint az aktuális szabadtéri környezet. Az aktuális kültéri környezet PET-értéke e léghőmérsékletként értelmezhető (Mayer and Höppe 1987, Höppe 1999).

Az értékelés minden esetben egy, a közösséget reprezentáló „átlagos” személyre vonatkozik, aki definíció szerint egy 35 éves, 1,75 m magas, 75 kg-os férfi, aki mérsékelt mozgást végez és könnyű ruházatot visel (Mayer and Höppe 1987, Höppe 1999). (Humánbiometeorológiai mérőszámokkal leírva: alapmetabolizmusa és aktivitása révén 85 W + 80 W hőt termel a szervezete, és 0,9 clo hőszigetelésű ruházat fedi a testét.)

A PET-értékeket a RayMan Pro 2.1 (továbbiakban **RayMan**) sugárzási és bioklimamodell segítségével számoltam ki (Matzarakis et al. 2007, 2010a) (4.5. ábra). A modellt a Német Mérnöki Kamara (Verein Deutscher Ingenieure – VDI) irányelvei (VDI 1994, 1998) alapján fejlesztették ki a Freiburgi Egyetem Meteorológiai Intézetében. Sokrétú felhasználási lehetőségei közül az egyik legfontosabb a termikus komfortindexek meghatározása. (A RayMan jelenlegi verziója a PET mellett másik három komfortindex kiszámítását is támogatja, 4.5. ábra). Ehhez mindössze a négy termikus alapadat (T_a , RH , v és T_{mrt}) egyszerű bemenetére volt szükségem. A modell a PET-indexet – definíciójának megfelelően – minden esetben a már említett standard alanyra számítja. (Megjegyzendő, hogy amennyiben T_{mrt} -adat nem áll rendelkezésre, a PET más úton is meghatározható a RayMannel, amelyről a 4.2.1. fejezetben található információ.)



4.5. ábra: A RayMan szoftver nyitóoldala és kezdő munkafelülete

4.1.2. A turisztikai klímát értékelő eszközök módosítási koncepciói

A mérési és a kérdőíves adatok közötti kapcsolat meghatározása

A csatolt objektív (PET) és szubjektív (TSV) adatbázis létrejötte után a következő feladatot a magyar lakosságra jellemző szubjektív hőérzet mintázatának a meghatározása képezte, ami

gyakorlatilag a két mennyiség közötti kapcsolat vizsgálatát jelenti (4.1. ábra). Valamely szubjektív és objektív termikus adat közötti kapcsolat elemzésére többféle lehetőség nyílik (részletes áttekintés Kántor et al. 2016a munkájában található). Ezek közül a legismertebb és leggyakrabban használt módszer a **regressziós technika** (Függelék 1. táblázat).

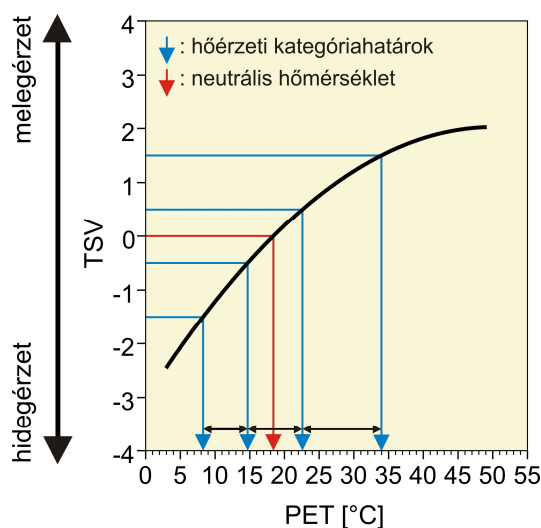
E módszer egyik alapesete, hogy az összes PET–TSV adatként felhasználásával állítanak fel regressziós kapcsolatot (pl. Krüger and Rossi 2011, Xi et al. 2012, Pearlmutter et al. 2014, Kántor et al. 2016a, Függelék 1. táblázat). Ez esetben azonban nem számíthatunk túl szoros kapcsolatra és magas R^2 (determinációs együttható) értékre olyan kiterjedt adatbázisok esetén, mint amilyen a szegedi is, mivel a szubjektív termikus értékelések jelentősen eltérőek lehetnek egyénenként, még azonos (ugyanazzal a komfortindexértékkel jellemzett) termikus viszonyok esetén is. Az egyéni változatosságokból eredő különbségek csökkentése érdekében több szakirodalomban az objektív index kis intervallumaiként (binenként) átlagolják az aktuális TSV-értékeket, s helyettük ezeket az **átlagos TSV-értékeket (MTSV – mean thermal sensation vote)** állítják párba a komfortindexértékekkel. Így az adatként párok száma a több száz vagy több ezer helyett az alkalmazott binek számával lesz ekvivalens, a grafikus ábrázolás áttekinthetőbbé válik, az R^2 értéke pedig szorosabb kapcsolatot jelez. Leginkább az 1 °C-os bin használata terjedt el (pl. Hwang and Lin 2007, Mahmoud 2011, Pantavou et al. 2013, Zeng and Dong 2015), de találhatunk példát 0,5 °C-os (Yang et al. 2013a, 2013b) és 1,2 °C-os intervallum használatára is (Krüger et al. 2013) (Függelék 1. táblázat).

Kántor et al. (2016a) azonban rámutatott, hogy a binenként történő TSV-átlagolás, illetve az MTSV vs. PET regresszió eredményeként jelentősen megváltozhat a regressziós egyenlet, ami később kihat a termikus indexek újraszkalálására. Egyszerű átlagolás helyett esetszámmal súlyozott TSV-átlagolást javasolt, ami ötvözi az adott populáció termikus válaszreakcióját hitelesen leíró eredeti TSV vs. PET regresszió és az áttekinthetőbb eredményre és szorosabb kapcsolatra vezető MTSV vs. PET technika előnyeit. Ilyen esetben az illesztett regressziós egyenes egyenlete szinte ugyanaz, mint a súlyozás és binenkénti átlagolás nélküli esetben (az esetek száma ugyanaz a két esetben), de a kapcsolat jóval szorosabbnak adódik. Esetszámmal súlyozott TSV-átlagolást alkalmazott Nakano and Tanabe (2004), Yang et al. (2013a), Kántor (2016) és Kántor et al. (2016a) (Függelék 1. táblázat).

A fenti regressziós technikát használó példák többségében lineáris illesztést alkalmaztak, ugyanakkor néhány irodalomban négyzetes regresszió alkalmazására is találunk példát (Lindner-Cendrowska 2013, Kántor 2016, Kántor et al. 2012, 2016a, Kovács et al. 2014, 2016, 2017). A hazai tanulmányok közül **súlyozott hőérzetszavazatokon alapuló regresszióra** eddig Kántor (2016), Kántor et al. (2016a) és Kovács et al. (2017) mutatott példát, s a diszszertációmban bemutatandó regressziós eredmények (5.2. fejezet) is e tanulmányokra támaszkodnak. A regresszióanalízist az SPSS Statistics szoftverrel hajtottam végre.

A regressziós módszer révén, a szakirodalomhoz hasonlóan (Függelék 1. táblázat), meghatározható az ún. **neutrális hőmérséklet**, valamint egyszerűen levezethetők új, a helyi populáció termikus válaszreakcióival összhangban lévő **PET-kategóriahatárok** (Kántor 2016, Kántor et al. 2012, 2016a, Kovács et al. 2014, 2016, 2017) (4.6. ábra). A neutrális hőmérséklet alatt az a (valamely °C-dimenziójú mérőszámban kifejezett) hőmérséklet értendő, amelynél az egyének hőérzete semleges, tehát nem fáznak és melegük sincsen. A neutrális hőmérsékletet megkaphatjuk, ha behelyettesítjük az adott TSV vs. PET regressziós függvénykapcsolatba a neutrális hőérzetet (vagyis a TSV = 0 értéket) (4.6. ábra). Az új hőérzeti kategóriahatárok leképezése pedig a TSV = −3,5, −2,5, −1,5, ..., +3,5 értékek regressziós függvénybe való be-

helyettesítésével történik. Definíció szerint a neutrális hőérzet tartományát a $TSV = [-0,5; 0,5]$ intervallum jelöli ki, az enyhén meleg kategóriát a $TSV = [0,5; 1,5]$, az enyhén hűvös hőérzetet a $TSV = [-1,5; -0,5]$ és így tovább (4.6. ábra).



4.6. ábra: A neutrális hőmérséklet és a hőérzeti kategóriahatárok levezetésének elvi alapja regresszió útján (Kovács et al. 2016)

Fontos hangsúlyozni, hogy annak érdekében, hogy a hőérzeti mintázatban jelentkező esetleges **szezonális különbségeket** megvizsgáljam, a regresszióanalízist külön-külön végeztem el minden általam vizsgált évszakra (tavasz, nyár, ősz) (Kántor et al. 2016a, Kovács et al. 2016, 2017). Vizsgálataimban a PET–TSV adatpárok száma a korábban említett összesen 5805 darabból tavasszal 2792, nyáron 1097, míg ősszel 1916 darab.

A súlyozott, négyzetes, évszakonkénti regressziós függvények, a levezetett évszagos neutrális hőmérsékletek, valamint az évszagos PET-kategóriahatárok alapján részletesen értékelhetők a hazai lakosság hőérzeti sajátosságai (5.2. fejezet). E regressziós függvények képezték az alapját a módosított TCI új termikus al-indexeinek, a levezetett hőérzeti kategóriahatárok pedig a CTIS-hez szükséges új PET-küszöbértékeknek (5.3. fejezet) (4.1. ábra). A következőkben a TCI és a CTIS konkrét módosítási koncepcióját ismertetem.

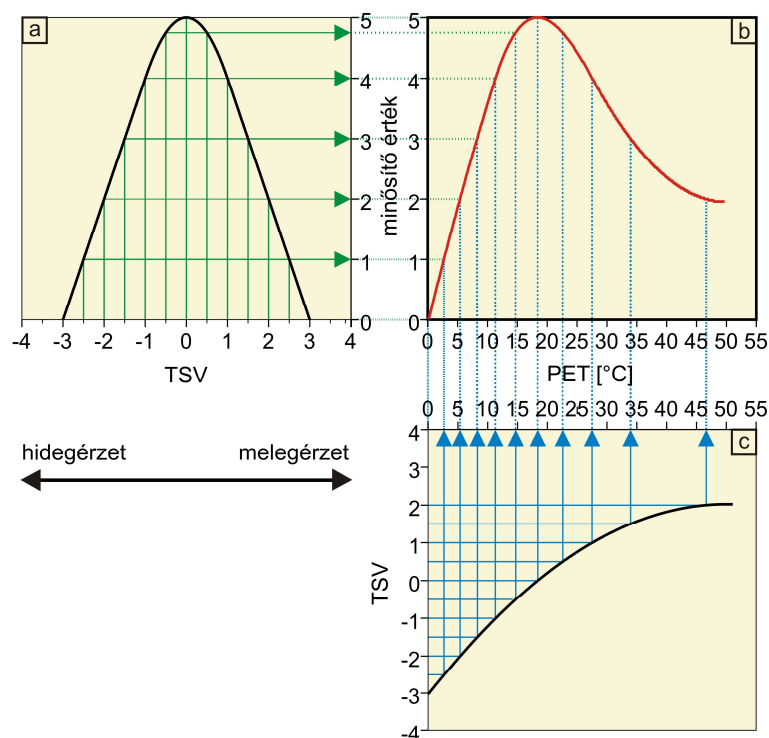
Értékelő pontok származtatása a TCI-hoz

A TCI esetében az új termikus értékelő rendszer levezetéséhez – Mieczkowski (1985) alpmódszertanához hasonlóan – 0 (kedvezőtlen) és 5 (optimális) közötti **értékelő pontokat kellett rendelni a különböző termikus index értékekhez**. A következőkben ezen értékelő pontok és a PET közötti kapcsolat levezetésének folyamatát ismertetem, amelyet a 4.7. ábra szematikusan is összefoglal (Kovács et al. 2016).

Mieczkowski-tól eltérő módon ez esetben az értékelő pontok hozzárendelése nem önkényesen és nem szakaszosan történt (vö. 2.5.d. és 4.7.b. ábra). Elsőként szükség volt egy új függvénykapcsolatra, amelyben az értékelő pontok a kitüntetett (egész) TSV hőérzetszavazatokhoz vannak hozzárendelve. A párosítást mindkét (a hideg- és melegérzeti) irányban ekvivalens módon végeztem: 0 pont járul a $TSV = \pm 3$ értékhez, 1-es érték a $TSV = \pm 2,5$ -hez, 2 a $TSV = \pm 2$ -hez és így tovább. Ahhoz, hogy folytonos értékelő pontsorozatot kapjak, függvényt illesztettem ezekre az egész TSV-értékekre (4.7.a. ábra). Ennek során a lehetséges maximális

5 pontot (optimális) a neutrális hőérzet ($TSV = 0$) kapta, míg a 4-es értékelő pont a $TSV = \pm 1$ -hez járult. Köztük másodfokú függvény szerint csökken az adható pont értéke. E TSV-tartományon kívül az értékelő pontok lineárisan csökkennek mindkét irányban -1 pont/ $0,5$ TSV meredekséggel. A $TSV = \pm 3$ tartományon kívül 0 (kedvezőtlen) pont járul a TSV-értékekhez.

A végső PET-alapú értékelő rendszert (4.7.b. ábra) az előző részben ismertetett TSV vs. PET regressziós függvénykapcsolatot (4.7.c. ábra) az értékelő pont vs. TSV kapcsolatba (4.7.a. ábra) helyettesítve kapjuk. Az így kapott **folytonos értékelő pont vs. PET függvény** alapján minden egyes PET-értékhez egy-egy 0 és 5 közötti értékelő pont járul, s így a módosított TCI kiszámítható (Kovács et al. 2016). A fenti módszertant mindegyik vizsgált évszakra külön-külön alkalmaztam, a megfelelő évszakos MTSV vs. PET függvénykapcsolat felhasználásával.



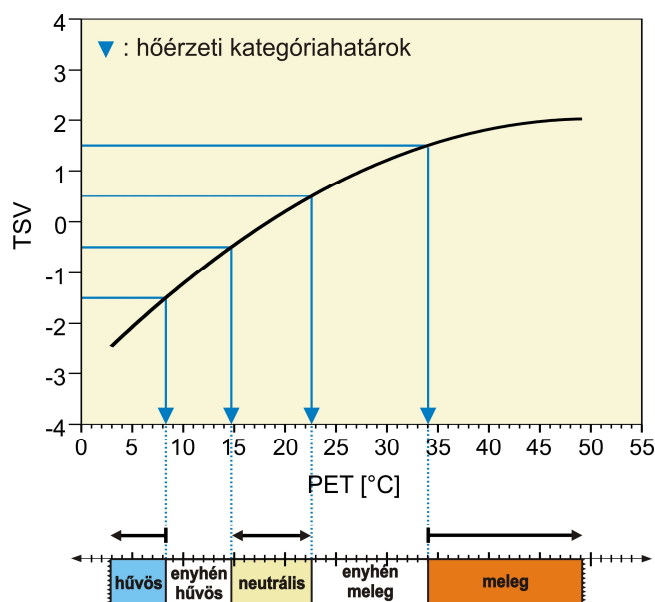
4.7. ábra: A TCI módosításához szükséges PET-alapú értékelő rendszer (b) levezetése sematikusan, felhasználva az értékelő pont vs. TSV (a), illetve a TSV vs. PET (c) függvénykapcsolatokat (Kovács et al. 2016)

A gyakorlati számítások során (4.2. fejezet) a módosított TCI új nappali komfort tagjaként (CI_d) a napi maximum PET-, a napi komfort tagjaként (CI_a) pedig a napi átlagos PET-értékeket vettem, s ezeket értékeltem a fenti módszertan szerint levezetett, évszaktól függő értékelő pontokkal. (A dolgozat további részeiben a módosított TCI-t röviden **mTCI**-nak, míg az eredeti, *Mieczkowski*-féle változatot TCI-nak nevezem. Az mTCI termikus komponenseire pedig **mCI_d**, illetve **mCI_a** jelölésekkel hivatkozom.)

Hőérzeti kategóriák származtatása a CTIS-hez

A CTIS új PET hőérzeti küszöbértékeinek definiálásához elegendő egyetlen függvénykapcsolat, mégpedig a TSV vs. PET regressziós függvény, mivel annak segítségével levezethetők **hőérzeti kategóriák** (4.6. ábra). A $\pm 0,5$ TSV-intervallumhoz tartozó PET-tartomány jelöli

ki azokat a termikus viszonyokat, amelyeket a magyar lakosok átlagosan neutrálisnak éreznek (4.8. ábra). A CTIS-hez szükséges meleg hőérzeti küszöbértéket a meleg PET-kategória kezdetétől vettem, amelyet a $TSV = 1,5$ érték jelöl ki. Hasonló szisztémát használtam a hideg hőérzeti küszöbérték meghatározásához, vagyis ezt a $TSV = -1,5$ -hez tartozó PET-érték adta (4.8. ábra) (Kovács *et al.* 2016). E módszertant jelen esetben is mindegyik vizsgált évszakra külön-külön elvégeztem a megfelelő regressziós függvénykapcsolatból kiindulva.



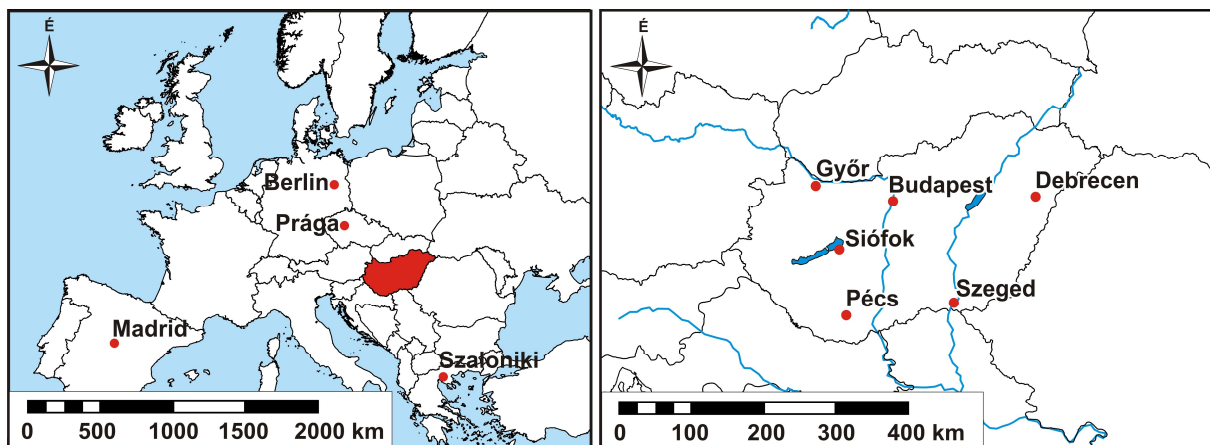
4.8. ábra: A CTIS-hez szükséges, a helyi lakosság hőérzetét tükröző kategóriahatárok (küszöbértékek) levezetése elvi alapja (Kovács *et al.* 2016)

4.2. Az alkalmazási példák adatbázisa és módszertana

4.2.1. A turisztikai desztinációk értékelésének adatbázisa és módszertana

Az első alkalmazási példa során **turisztikai desztinációk klímapotenciálját értékelem** a TCI, az mTCI és a CTIS alapján (4.1. ábra). A magyar lakosokra adaptált eszközök lehetővé teszik, hogy a különböző területek klímapotenciálját az odautazó, az otthoni klimatikus körülményekhez szokott lakosság szemszögéből elemezhessük. Vizsgálatomat hat hazai és négy további európai célterület példáján végzem, melyek jól reprezentálják hazánk és Európa változatos éghajlati viszonyait. Az értékelésekhez a területeken elhelyezkedő – a nemzeti meteorológiai szolgálatok által üzemeltetett – meteorológiai állomások mérési adatait használtam fel (4.9. ábra, 4.4. táblázat).

A mérőállomások közös jellemzője, hogy külvárosokban vagy külterületeken helyezkednek el, s fűvel borított felszínen, nagy égboltláthatóságú területen találhatók, így megfelelő reprezentációi a regionális háttérklímának. A hazai területekre az OMSZ által rendelkezésemre bocsátott állomási mérési adatokat használtam fel. A külföldi állomások adatait a spanyol fejlesztésű OGIMET adatbázisból, szinoptikus időjárás táviratokból válogattam le (OGIMET 2014), melyek nyers adatok voltak, ezért ellenőriztem és javítottam őket. Elemzéseim négy hazai város esetében az 1996 és 2010 közötti tizenöt év átlagára vonatkoznak, míg két hazai és a külföldi városok esetében a 2000–2010 időszakra álltak rendelkezésre adatok.



4.9. ábra: A vizsgált turisztikai célterületek elhelyezkedése

4.4. táblázat: A vizsgált területek meteorológiai állomásainak földrajzi adatai

Állomás	Szélesség (É)	Hosszúság (K)	Tengerszint feletti magasság (m)
Szeged-Bajai út	46° 15'	20° 05'	82,0
Budapest-Pestszentlőrinc	47° 25'	19° 10'	139,1
Debrecen	47° 29'	21° 36'	107,6
Siófok	46° 54'	18° 02'	108,2
Győr-Likócs	47° 42'	17° 40'	116,7
Pécs-Pogány	45° 59'	18° 14'	200,2
Berlin-Tegel	52° 33'	13° 18'	37,0
Prága-Libus	50° 0'	14° 26'	302,0
Szaloniki-repülőtér	40° 31'	22° 58'	4,0
Madrid-Barajas	40° 28'	3° 33'	609,0

A **TCI-számításhoz** órás léghőmérséklet-, relatív nedvesség, szélesebbesség-, valamint napi napfénytartam- és napi csapadékösszeg-adatokra volt szükségem. Az **mTCI-hoz** ezeken felül órás összfelhőzetadatokat is felhasználtam, amely a módosított termikus komfort tagokat alkotó PET-értékek kiszámításához kellett. E pontnál meg kell jegyezni, hogy mivel a meteorológiai állomások nincsenek felszerelve speciális humán-biometeorológiai műszerekkel, a PET-értékeket a [4.1.1. fejezetben](#) ismertetett, hatirányú T_{mrt} -számítási módszer alapján természetesen nem lehet meghatározni. T_{mrt} -adat hiányában ugyanakkor a RayMan modell alkalmas annak modellezésére is, majd a modellezett T_{mrt} felhasználásával a különböző komfortindexek kiszámolására. Ehhez meg kell adni negyedik termikus alapadatnak globálisugárzás- (W/m^2) vagy felhőborítottság-adatokat (okta), továbbá a modellezett időre vonatkozó dátumot és időpontot, valamint a földrajzi helyszínnel kapcsolatos paramétereket: földrajzi szélességet, hosszúságot és tengerszint feletti magasságot. A modell ennek során az adott időpontra és helyszíntre szimulálja a rövid- és hosszúhullámú sugárzási fluxusokat és így a T_{mrt} -t. Sűrűn beépített környezetben történő modellezésre háromdimenziós felszínmorfológiai adatbázis (domborzat és tereptárgyak) vagy a modellben halszemoptikás felvételtől megrajzolt horizontkorlátozási poligon használata is célszerű.

A külföldi meteorológiai állomások esetében a szinoptikus táviratokban a relatív nedvesség nem szerepelt, viszont a rendelkezésre álló léghőmérséklet- és harmatpontadatok alapján egyértelműen meg tudtam határozni a következő összefüggések szerint ([Bartholy et al. 2013](#)):

$$e_s = e_s(T_a) = 6,11 \times 10^{\frac{a \times T_a}{b + T_a}} \quad [\text{hPa}] \quad (5)$$

$$e = e_s(T_d) = 6,11 \times 10^{\frac{a \times T_d}{b + T_d}} \quad [\text{hPa}] \quad (6)$$

$$RH = \frac{e}{e_s} \times 100 \quad [\%] \quad (7)$$

Az (5) összefüggés az e_s telítési vízgőznyomás kiszámításának gyakorlatban használt formuláját mutatja egy T_a (°C) léghőmérsékletű telített levegőre vonatkozóan, ahol a és b állandók értékei vízfelszín felett: $a = 7,5$ és $b = 237,3$ °C, míg jégfelszín felett: $a = 9,5$ és $b = 265,5$ °C (Tetens-formula, [Tetens 1930](#)). A (6) összefüggésben kihasználtam, hogy a T_d harmatponthoz tartozó telítési gőznyomás megegyezik az e tényleges gőznyomással. Végül az RH relatív nedvesség értékeit előállítottam a (7) definíció szerint az e és e_s hányadosaként.

A **TCI-hoz** meghatároztam az órás adatokból a napi maximum-hőmérséklet és minimum relatív nedvesség, valamint a napi átlaghőmérséklet és átlagos relatív nedvesség értékeit. Az **mTCI-hoz** először az órás léghőmérséklet-, relatív nedvesség, szélesebbesség- és felhőborítottság-adatokból PET-értékeket számoltam a RayMan modellel. (A modellfuttatáshoz szükségem volt az aktuális dátumokra, időpontokra, valamint a [4.4. táblázatban](#) is feltüntetett állomási földrajzi koordinátákra és tengerszint feletti magasságokra.) A 10 m-en mért állomási szélesebbességadatokat még a PET-számítás előtt a humán-bioklimatológiai irányelveknek megfelelően 1,1 m-es magasságra redukáltam. A termikus komfortvizsgálatokkal foglalkozó szakirodalom a következő összefüggést használja a szélesebbesség 1,1 m-re történő redukálásához (pl. [Spagnolo and de Dear 2003](#), [Gulyás et al. 2006, 2010](#), [Nikolopoulou and Lykoudis 2007](#), [Kántor 2012](#), [Vitt 2012](#), [Fröhlich and Matzarakis 2013](#), [Égerházi 2014](#), [Toy and Kántor 2016](#)):

$$v_{1,1} = v_{10} \times \left(\frac{1,1}{10} \right)^\alpha \quad [\text{m/s}], \quad \alpha = 0,12 \times z_0 + 0,18. \quad (8)$$

Az összefüggésben v_{10} a 10 m magasságban mért szélesebbesség, α pedig egy olyan empirikus együttható, mely a felszíni érdességet jellemző z_0 érdességi paraméter függvénye. A z_0 -értékek meghatározása az egyes állomásokra a [WMO \(2012, I.5. fejezet, 13. o.\)](#) érdességi paraméter táblázata alapján történt.

Az órás PET-értékek kiszámítása után meghatároztam a napi maximum és átlagos PET-értékeket. Az mTCI nappali (mCI_d), illetve napi komfortindex (mCI_a) tagját e **napi maximum PET-**, illetve **napi átlagos PET-értékek** alkották.

A TCI és mTCI-hoz szükséges változókból végül tíznapos átlagokat képeztem (a napi csapadékösszeg esetében tíznapos összegeket), mivel az indexeket az eredeti időbeli felbontásnál finomabb **tíznapos bontásban** használom ([3.1. fejezet](#), 1. TCI-problémakör). Így az egyes al-

indexek értékelő ponttal történő ellátását is a tíznapi értékekre alkalmaztam. Ezenfelül a napi értékek (átlagok, maximumok, minimumok) képezésekor az **éjjeli órákat kihagytam**, mivel a turisztikai aktivitás elhanyagolhatónak tekinthető ebben az időszakban, így véleményem szerint a vizsgálatára nincs szükség. A nappali órákat úgy határoztam meg, hogy kiszámoltam az egyes városok átlagos tíznapos napfelkelte és napnyugta időpontjait, s a kettő közé eső egész órákat (órás adatokat) tekintettem nappaliaknak, így ezeket vontam be a számításokba.

A TCI meghatározása az időbeli felbontást kivéve teljes mértékben megegyezett *Mieczkowski (1985)* módszerével (2.5. ábra). Az mTCI termikus tagjainak (mCI_d , mCI_a) értékelése pedig a 4.1.2. fejezetben ismertetett módszertan szerint levezetett, a **magyar lakosokra vonatkozó, évszakosan változó értékelő pontokkal** történt. A napfénytartam és a szélesebség al-index (S , W) értékelő rendszereit, valamint valamennyi al-index súlyértékét változatlanul hagytam, *Mieczkowski* értékelő rendszerének megfelelően (2.2. táblázat, 2.5. ábra). További fontos kiegészítő információ, hogy mivel a **csapadék tag (R) értékelő pontrendszere** is eredetileg havi adatokra (havi csapadékösszegre) vonatkozott, a tíznapi összegek értékeléséhez hárommal leosztottam az eredeti csapadékösszeg kategória határokat (2.5. ábra), és ezeket értékeltem az eredeti, *Mieczkowski*-féle pontértékekkel.

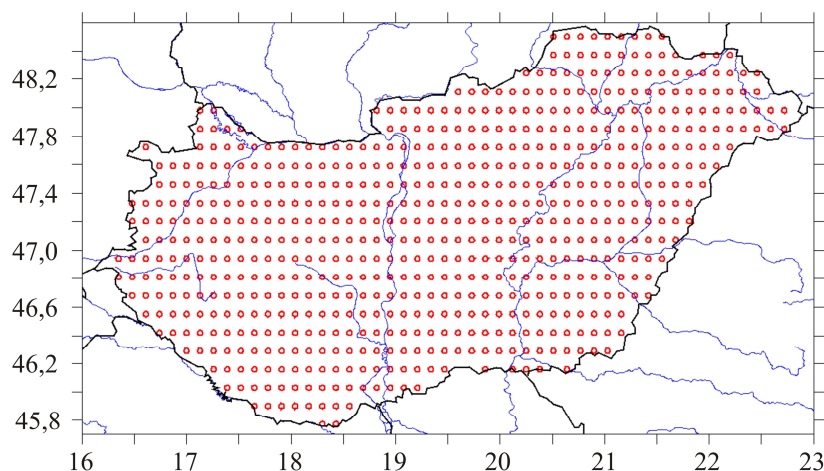
A CTIS esetében a termikus komponensek értékelését az **eredeti és a hazai lakosságra vonatkozó évszakos PET-küszöbértékek** alapján is bemutatom (módszertan: 4.1.2. fejezet). A fizikai és az esztétikai komponensek esetében az eredeti küszöbértékeket használtam a gyakorisági eloszlás meghatározásához (2.5. táblázat). A CTIS-értékelést is **tíznapos felbontásban** alkalmazom, s ez esetben is kizárólag a **nappali időszakra** vonatkozó órás adatokat használtam fel a gyakoriságok számításához. Az eredményeket a CTIS 1.1b szoftver segítségével jelenítettem meg (*Matzarakis 2007*, *Matzarakis et al. 2010c*).

4.2.2. A turisztikai klímapotenciál-változás vizsgálatához használt adatbázis és módszertan

Ebben a fejezetben a második alkalmazási példához szükséges módszertani ismereteket és adatbázist mutatom be (4.1. ábra) (*Kovács et al. 2017*). A turisztikai klímapotenciál jövőbeli változásának értékeléséhez a TCI és az mTCI mutatókat használtam. Az indexeket elsőként a jelen klímát jellemző referencia-időszakra (1961–1990) számoltam ki az OMSZ által létrehozott **mérési adatbázis** felhasználásával. Az adatbázis a 3.3.1. fejezetben ismertetett, 10 km-es felbontású CarpatClim-adatokon alapult (melyet *Hódos 2014* is használt). A CarpatClim projektterületét az OMSZ a későbbiekben kiterjesztette Magyarország teljes területére, lefedve a 45,8–48,6°É és 16–27°K rácsot, ezáltal az ország egész területére lehetővé vált a klímapotenciál értékelése. E 10 km-es felbontású adatbázis 1104 rácpontot jelentett az ország területén (4.10. ábra). A rácponti adatok előállítása a CarpatClim projektben is alkalmazott MASH és MISH homogenizációs és interpolációs eljárásokkal történt (3.3.1 fejezet).

A relatív nedvesség napi minimumértékei nem álltak rendelkezésre a mérési adatbázisban, így azokat egy délnyugat-angliai éghajlati esettanulmányban alkalmazott becslési módszerrel határozta meg az OMSZ (*Whittlesea and Amelung 2010*). A becslés egyrészt kihasználja, hogy a (7) egyenlet értelmében a relatív nedvesség napi minimális értéke fordítottan arányos a napi maximum-hőmérséklethez tartozó telítési gőznyomással, s az utóbbi pedig meghatározható a (5) Tetens-formula alapján a maximum-hőmérséklet behelyettesítésével. A (7) egyenlet e tényleges gőznyomás tagjának meghatározásához pedig feltételezi, hogy az e a nap folyamán állandó, így a napi átlagos relatív nedvességből és a napi átlaghőmérséklethez tartozó

telítési gőznyomásból (ami a Tetens-formulából a napi átlaghőmérsékletet behelyettesítve kiszámolható) a (7) összefüggés átrendezett alakjával meghatározható. A napi minimum relatív nedvesség kiszámolásához szükséges összes mennyiség szerepelt a mérési adatbázisban.



4.10. ábra: A homogenizált, interpolált mérési adatbázis és az ALADIN-Climate modell $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ felbontású rácshálózata (Sábitz et al. 2015)

A **jövőbeli becslésre** vonatkozó meteorológiai adatokat az OMSZ-ban korábban futtatott ALADIN-Climate 4.5 **regionális klímamodell** szolgáltatta. A modellel egy a Kárpát-medencét ugyancsak az említett 10 km-es rácsfelbontással lefedő tartományra készültek éghajlat-változási szimulációk (Csima and Horányi 2008). A modellkísérlet során az emberi tevékenység jövőbeli alakulására az IPCC SRES (Special Report on Emissions Scenarios, Nakicenovic et al. 2000) forgatókönyv-családjából a közepes A1B kibocsátási scenáriót alkalmazták. A forgatókönyv az antropogén szennyezőanyag- és üvegházgáz-kibocsátásra a 21. század közepéig növekvő, majd a század végéig csökkenő tendenciával, s a század végére 700 ppm-et meghaladó szén-dioxid-koncentrációval számol. A Kárpát-medence tartományán kívül zajló folyamatok leírását (azaz az oldalsó határfeltételeket) az ARPEGE-Climate globális klímamodell szolgáltatta.

A modellkísérletek az 1951–2100 közötti időszakra készültek, melyből a következő évtizedekre való tervezéshez szükséges 2021–2050, illetve a hosszabb távú stratégiaalkotáshoz szükséges 2071–2100 időszakra vonatkozó eredményeket használtam fel. A változások meghatározásához szükséges modellreferenciaként – a mérési adatokhoz hasonlóan – az 1961–1990 időszak szolgált.

A jövőre vonatkozó projekciók kiértékelésekor figyelembe kell venni, hogy a regionális (és globális) modelleredmények szükségszerűen kisebb-nagyobb hibával terheltek, emiatt eliminálni kell a jövőre és a múltra vonatkozó szisztematikus modellhibákat (Szépszó 2014). E hibák kiszűrésére több módszer is elterjedt, melyek közül az ún. **delta-módszert** használtam (Hawkins et al. 2013). Ez azt jelenti, hogy a jövőbeli modelleredményeket nem önmagukban értelmezzük, hanem a változásértékek megadása révén a modell saját referencia-időszakához viszonyítunk. Meghatároztam tehát a TCI- és mTCI-indexek jövőbeli (2021–2050 és 2071–2100) értékei és a modellreferencia időszakára (1961–1990) vonatkozó értékei közötti különbségeket, és e változásértékeket hozzáadtam a mérési eredményekhez (1961–1990). Fontos hangsúlyozni, hogy a delta-módszert nem a nyers mérési és modelladatokra alkalmaztam,

hanem az éghajlatváltozásnak való kitettséget jellemző, származtatott eredményekre (azaz a kiszámolt TCI- és mTCI-adatokra). Így a végeredmény a múltbeli „kitettség-méréseket” és a kitettségben jelentkező változást ötvözi (4.11. ábra).



4.11. ábra: A turisztikai klímaindexek meghatározásának lépései a mérési és a modelladatok alapján (Kovács et al. 2017)

Klímamodell-eredmények a napfénytartamra vonatkozóan nem álltak rendelkezésre, ugyanakkor a TCI és mTCI kiszámításához ez az adat is szükséges. A napfénytartamadatokat az Amelung (2006) munkájában részletesen ismertetett módszertan alapján határoztam meg, a felhőborítottság-adatokból kiindulva. Az eljárást az előbbin kívül más tanulmányok is alkalmazták a TCI klímamodelladatokból történő kiszámolására (Perch-Nielsen et al. 2010, Mailly et al. 2014). A módszer a csillagászatilag lehetséges napi napfénytartamhoz viszonyítja a nap napfénnel jellemzett (százalékban kifejezett) időtartamát, amit a felhőzet (ugyancsak százalékban kifejezett) mennyisége csökkent. A lehetséges napfénytartam pedig meghatározható a nappciklus, földrajzi helyszín és időpont figyelembevételével csillagászati összefüggések szerint (Amelung 2006). Mivel a számoláshoz minden szükséges adat rendelkezésemre állt, a fenti módszerrel valamennyi rácspontra és napra meg tudtam határozni a napfénytartam értékét.

A TCI és mTCI kiszámításához a mérési és a klímamodell-eredményekből napi és havi bontású adatok álltak rendelkezésre. A **TCI meghatározásához** a szükséges mennyiségek havi értékeit használtam fel, s a számítási metódus (értékelő pontrendszerek és formula) teljes mértékben megegyezett Mieczkowski módszertanával (2.3.1. fejezet). Az **mTCI kiszámolásához** (legalább) napi értékek kellenek a haviak helyett, mivel az mTCI napi maximum és napi átlagos PET-eket igényel. A PET-számítás jelen esetben is a RayMan modellel történt. A számoláshoz a szükséges szélsőbességen és felhőborítottságon kívül az *mCI_d* taghoz – ami a napi maximum PET-en alapul – a napi maximum-hőmérsékletet és minimum relatív nedvességet használtam fel, míg az *mCI_a* taghoz – ami a napi átlagos PET-et igényli – a napi átlaghőmérsékletet és átlagos relatív nedvességet. Miután kiszámoltam a PET-értékeket, valamennyi napi értékből (napi maximum PET, napi átlagos PET, szélsőbesség, csapadékösszeg és napfénytartam) havi átlagokat képeztem, majd kiszámoltam a havi mTCI-értékeket. A PET-ek értékelése az mTCI-ban természetesen a magyar lakosokra adaptált, évszakosan változó értékelő pontok figyelembevételével történt (módszertan: 4.1.2. fejezet). (Megjegyzendő, hogy a TCI- és az mTCI-indexek havi bontású használata közös megegyezés eredménye: a KRITÉR

projekt keretei és távlati céljai (7.3. fejezet) ennél kisebb felbontást nem engedtek meg, de a turisztikai klímapotenciál értékeléséhez még egy elfogadható időtartamról van szó.)

Miután a havi turisztikai indexeket előállítottam, alkalmaztam rájuk az említett delta-módszert. Végeredményben Magyarország valamennyi rácsponthára (4.10. ábra) rendelkezésre álltak a TCI- és mTCI-értékek a két jövőbeli időszakra és minden hónapra (kivéve természetesen télre az mTCI esetében). Végezetül a felhasználhatóságot szem előtt tartva ArcGIS 10.4. szoftver segítségével **járási átlagokat** állítottam elő a rácsponthi adatokból, s az indexek térbeli eloszlását **térképes formában** megjelenítettem (Kovács *et al.* 2017).

5. Módszertani fejlesztéshez kapcsolódó eredmények

5.1. Az interjúalanyok jellemzői és a humán-biometeorológiai háttérkörülmények

Az [5.1. táblázat](#) az 5805 darab kérdőíves interjú idejére vonatkozó **meteorológiai és humán-biometeorológiai háttérkörülmények** legfontosabb statisztikai jellemzőit foglalja össze. A felvételezett tavaszi, nyári és őszi időszakok során 7 és 38 °C közötti T_a -értékeket mérünk (minimum és maximum). PET-értékekben kifejezve a látogatók ennél jóval szélesebb hőmérséklet-tartományt tapasztalhattak, ugyanis 4–54 °C-os tartományt fedtek le. A tág spektrum még inkább igaz a T_{mrt} eloszlására, amely 3 és 71 °C között alakult. Az interjúk 50%-a 17–29 °C-os PET-tartományba esett (25-ös és 75-ös percentilis), s a legtöbb interjú 28 °C körüli PET-értékek esetében zajlott (módusz). A PET-értékek eloszlása platikurtikus, vagyis lapult (negatív csúcsosságérték), és kissé jobb oldalra nyúlik el (kevésbé 0 feletti ferdeségi együttható). Hasonló jellemzők mondhatók el az interjúk T_a - és T_{mrt} -eloszlására is. A hőmérséklet-dimenziójú mutatók közül a T_{mrt} rendelkezik a legnagyobb, míg a T_a a legkisebb szórással. A relatív nedvesség mennyiségéről elmondható, hogy igen tág határok között változott (15 és 82%), ugyanakkor az interjúalanyok 50%-a hasonló nedvességi viszonyokat tapasztalt (30 és 46% között). Ennek megfelelően az e terjedelme is hasonlóan nagy (2,2–20,6 hPa), míg az interkvartilis tartomány szűk (7,6–12,5 hPa). A kérdőívek háromnegyede közel szélcsendes vagy gyengén szeles viszonyok között készült (< 1,5 m/s). A szélesebbeségadatok eloszlása leptokurtikus, vagyis csúcsos, és erőteljesen jobb oldalra nyúlik el ([5.1. táblázat](#)).

5.1. táblázat: A kérdőíves interjúk alatt uralkodó mikrometeorológiai és mikro-biometeorológiai háttérkörülmények statisztikai jellemzői ([Kántor et al. 2016a](#))

	v (m/s)	e (hPa)	RH (%)	T_a (°C)	T_{mrt} (°C)	PET (°C)
Átlag	1,2	10,2	39,7	21,4	33,2	23,1
Medián	1,1	10,5	37,5	21,1	30,5	22,9
Módusz	0,8	11,4	28,6	13,3	31,0	27,8
Minimum	0,1	2,2	14,8	6,9	2,7	3,6
Maximum	4,2	20,6	82,1	38,0	70,9	53,9
25-ös percentilis	0,8	7,6	30,3	16,1	23,4	17,1
75-ös percentilis	1,5	12,5	46,1	26,0	42,8	29,0
Szórás	0,543	3,479	12,589	6,282	13,349	8,436
Ferdeség	0,812	0,006	0,889	0,215	0,482	0,210
Ferdeség standard hibája	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
Csúcsosság	0,852	-0,458	0,530	-0,698	-0,635	-0,291
Csúcsosság standard hibája	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064

v = szélesebbesség, e = vízgőznyomás, RH = relatív nedvesség, T_a = léghőmérséklet, T_{mrt} = átlagos sugárzási hőmérséklet, PET = fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet

A megkérdezett **interjúalanyok** 65%-a nőnemű volt. Az életkoruk 5 és 95 év között változott, és 59%-uk a fiatal korosztályhoz tartozott (14–30 év). Többségük jó egészségi állapotnak örvend, és 77%-uk pihenni érkezett a területre, amit az is tükröz, hogy 70%-uk ülő testhelyze-

tet foglalt el. Az interjúalanyok 63%-a célzottan az adott térre érkezett, és a terület felkeresésének fő oka másokkal való találkozás (40%), órák közötti vagy munkahelyi szünet eltöltése (23%) vagy éppen a jó idő (22%) volt. A megkérdezettek 82%-a állította, hogy legalább henteente egyszer meglátogatja a területet.

A felmérés során az alanyok leggyakrabban az enyhén meleg (1) **hőérzeti kategóriát** jelölték meg, ezt követték a meleg (2), enyhén hűvös (–1) és a semleges (0) értékelések (5.2. táblázat). Az extrém szavazatok (–4 vagy 4) előfordulása meglehetősen ritka volt. A megkérdezett személyek több mint 20%-a választott közbülső szavazatértékeket; ez az arány mindössze 10% volt a neutrális szavazatcsoport esetében, míg a pozitív extrém hőérzetszavazatok esetében csaknem elérte az 50%-ot (5.2. táblázat). A leggyakrabban választott tizedes értékek két egész érték között éppen félúton voltak (pl. 2,5 vagy 1,5).

5.2. táblázat: A hőérzetszavazatok (TSV) eloszlása, jelölve az adott csoporthoz tartozó egész és köztes szavazatok relatív gyakoriságát (Kántor et al. 2016a)

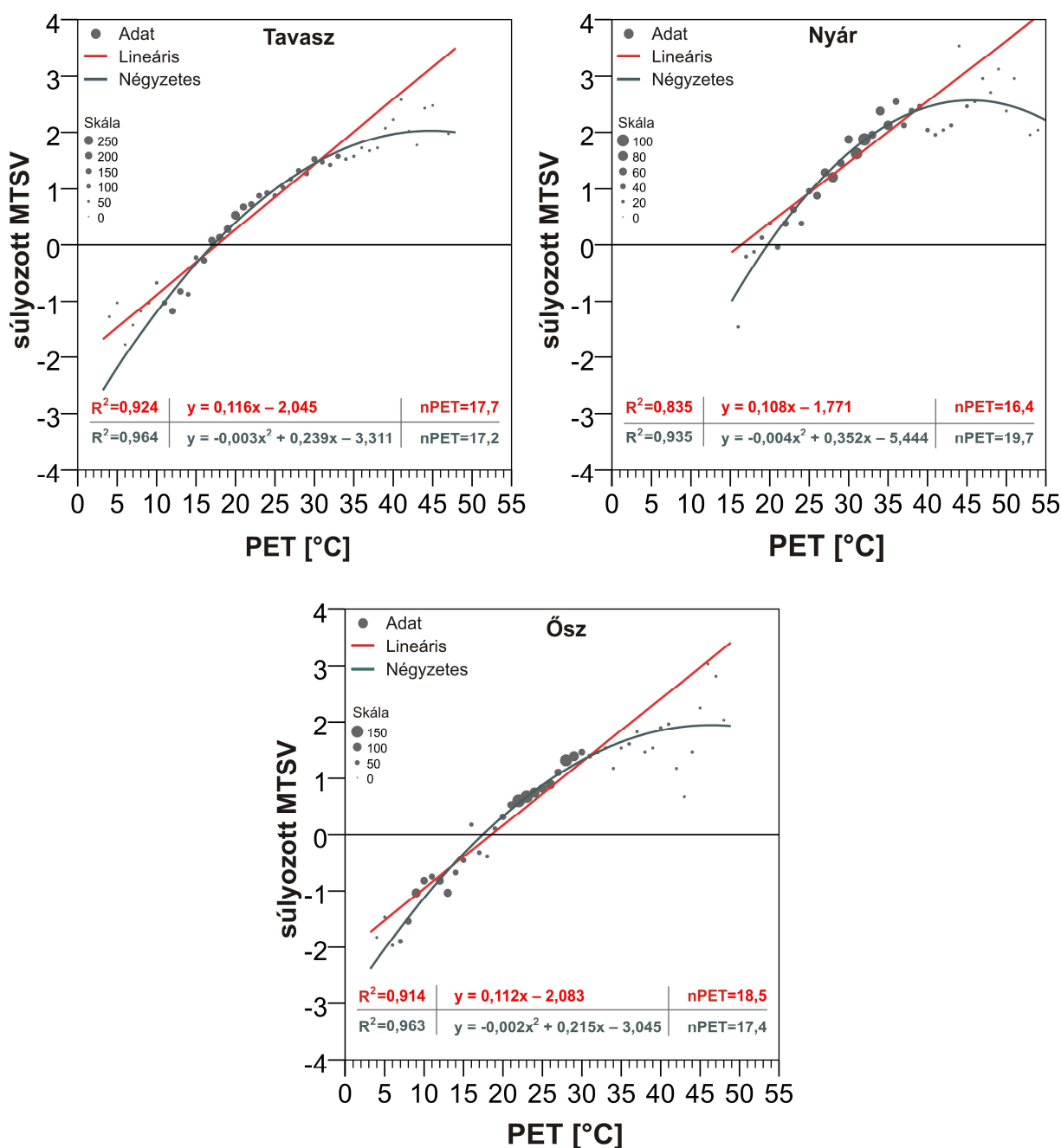
Hőérzet	TSV	Alanyok száma	Fő kategóriák gyakorisága (%)	Köztes kategóriák gyakorisága (%)
Nagyon forró	4	63	52	48
Forró	3	347	51	49
Meleg	2	1390	73	27
Enyhén meleg	1	1708	82	18
Semleges	0	849	90	10
Enyhén hűvös	–1	942	80	20
Hűvös	–2	388	74	26
Hideg	–3	101	76	24
Nagyon hideg	–4	17	65	35
Összesen		5805	78	22

5.2. A magyar lakosság hőérzeti mintázata

E fejezetben a hazai lakosok **hőérzeti mintázatának sajátosságait** mutatom be a 4.1.2. fejezetben ismertetett módszerekre épülve. A súlyozott átlagos hőérzetszavazatok (MTSV) és a PET-értékek közötti lineáris és négyzetes **regressziós függvénykapcsolatokat** az 5.1. ábra szemlélteti. A kapcsolatok feltárása a három vizsgált évszak szerint külön-külön történt ($N = 2792$ tavasszal, 1097 nyáron és 1916 ősszel). A lineáris és a négyzetes regresszió is szignifikánsnak bizonyult ($p = 0,000$) mindegyik évszakban. A négyzetes modell alkalmazása mérsékelten növeli a kapcsolat erősségét (nagyobb R^2 -et eredményez) mindhárom évszakban, mint a lineáris regresszió. A legnagyobb R^2 -értékek tavasszal és ősszel mutatkoznak (0,96), de a nyári érték is alig kisebb (0,94).

A regressziós görbék meredeksége az alanyok egységnyi PET-változásra eső „termikus érzékenységet” tükrözi. Az eredményül kapott másodfokú egyenletek tanúsága szerint a magyar lakosok hőérzete általában intenzívebben változik a PET-skála hűvösebb viszonyokat jelző végén, s ez a mintázat mindegyik évszak esetén megfigyelhető. Ezzel szemben a melegebb tartományban (magasabb PET-értékek esetén) a megkérdezettek hőérzete csupán enyhén

emelkedik, ami arra utal, hogy alanyaink a hőséggel (melegebb termikus viszonyokkal) szemben toleránsabbak, mint a hideg termikus viszonyokkal kapcsolatban.



5.1. ábra: A magyar lakosság súlyozott átlagos hőérzetszavazatai (MTSV) és a PET közötti regressziós függvények tavasszal ($N = 2792$), nyáron ($N = 1097$) és ősszel ($N = 1916$), valamint a kapott neutrális hőmérsékletek ($nPET$, °C) ($p = 0,000$) (Kántor et al. 2016a, Kovács et al. 2016, 2017)

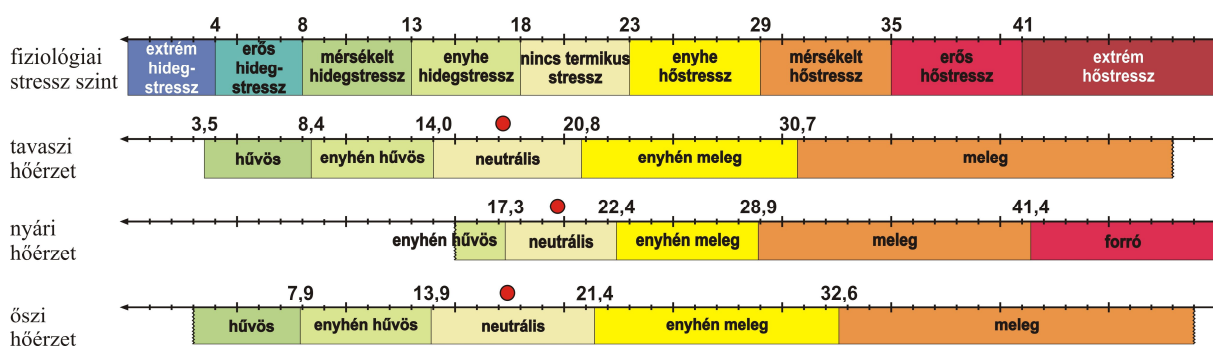
Amennyiben a regressziós egyenleteket $TSV = 0$ -ra megoldjuk, megkapjuk a neutrális PET hőmérsékleteket ($nPET$). A négyzetes regresszió eltérő $nPET$ -eket eredményez a lineárishoz képest, s a legnagyobb különbség nyáron tapasztalható (19,7 és 16,4 °C). A négyzetes regresszió esetében csaknem ugyanakkora $nPET$ -ek jelennek meg tavasszal és ősszel (17,2 és 17,4 °C), míg jóval nagyobb értéket találhatunk nyáron (19,7 °C). Ugyanakkor a lineáris regresszió esetében a tavasz és az őszi jobban különbözik, és magasabb $nPET$ -et ad (17,7 és 18,5 °C), míg a nyári $nPET$ a legalacsonyabb (16,4 °C).

Mivel a **négyzetes illeszkedés** szorosabb kapcsolatot jelez, a következőkben ezeket a függvénykapcsolatokat vizsgálom és használok fel további elemzéseimhez. A négyzetes regresszió esetében kapott évszakos neutrális hőmérsékleti trend (tavasz, ősz, nyár) összhangban van a hazai szezonális trenddel kapcsolatos elvárásainkkal. A szezonális különbségek változatos **adaptációs mechanizmusok** következményei, melyek magukba foglalják egyrészt a fiziológiai akklimatizációt a melegebb/hidegebb hőmérsékletekhez, másrészt olyan viselkedési reakciókat, mint például az évszaknak megfelelő öltözet, valamint a mentális felkészülés (korábbi tapasztalatokban gyökerező elvárások) az évszakosan eltérő viszonyokra (Kántor et al. 2016a, Kovács et al. 2016) (3.2. fejezet).

A regressziós technika alkalmas arra, hogy az nPET-hez hasonló módon új hőérzeti érték-tartományokat vezessünk le (4.6. ábra). A magyar lakosokra vonatkozó **évszakos PET-tartományokat** és a hagyományos PET fiziológiai stressz tartományokat az 5.2. ábra szemlélteti, amelyeket ugyancsak a súlyozott négyzetes regressziós egyenletekből vezettem le (5.1. ábra).

Tavasszal és ősszel a hazai hőérzeti zónák a hűvöstől a melegig terjednek, nyáron pedig az enyhén hűvöstől a forróig. A regressziós görbék meredekségéből (vagyis az alanyoknak a különböző termikus viszonyokra való eltérő érzékenységből) adódóan mindegyik évszakban megfigyelhető, hogy alacsonyabb PET-értékeknél keskenyebb, míg magasabbaknál szélesebb hőérzeti zónák adódnak. A kategóriák között eltolódások tapasztalhatók az évszakoktól függően. A neutrális tartomány nyáron magasabb értékeknél található (17,3–22,4 °C), mint tavasszal (14,0–20,8 °C), ami a szezonális termikus adaptációs folyamatokkal magyarázható. A nyári neutrális tartomány a legszűkebb, míg az őszi fedi le a legszélesebb területet (13,9–21,4 °C): körülbelül ott kezdődik, mint a tavaszi, de annál némileg magasabb értékeket is még neutrálisnak éreznek a magyar emberek.

Megemlítendő, hogy különösen tavasszal és ősszel a neutrális zónák (és természetesen a neutrális hőmérsékletek is) alacsonyabb PET-értékeknél találhatók, mint a hagyományos kategóriarendszer szerint, ahol a 18–23 °C közötti tartomány felel meg a stresszmentes körülményeknek (Matzarakis and Mayer 1996, Matzarakis et al. 1999). Ezenfelül a szélesebb hazai neutrális intervallumok (úgyszintén elsősorban tavasszal és ősszel) alacsonyabb termikus érzékenységről tesznek tanúbizonyságot, vagyis nagyobb toleranciát jeleznek a szabadtéri termikus körülmények megváltozásával szemben (5.2. ábra). E megállapítás összhangban van például Nikolopoulou and Steemers (2003), Thorsson et al. (2004) és Nikolopoulou and Lykoudis (2006) tanulmányaiban közöltekkel.

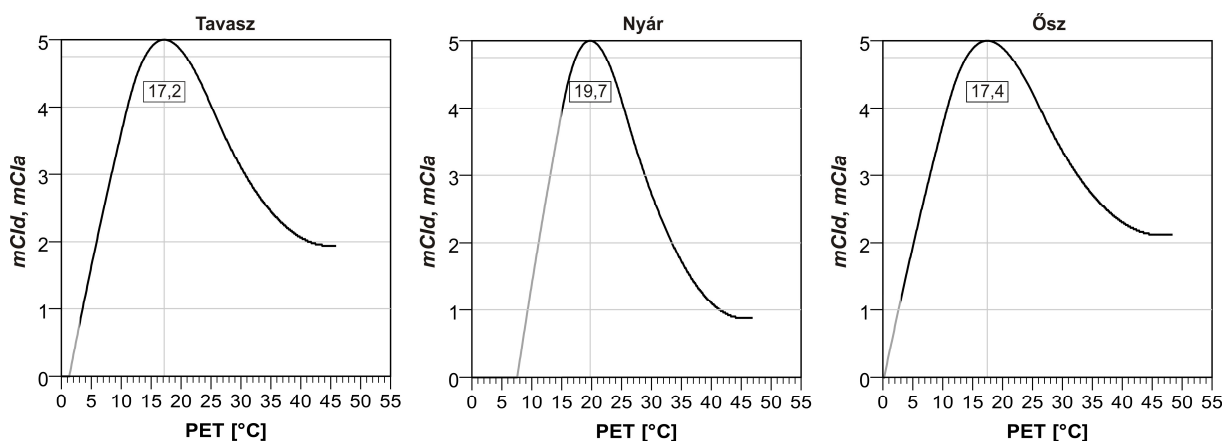


5.2. ábra: A nyugat- és közép-európaiakra vonatkozó PET fiziológiai stressz kategóriák (°C) (Matzarakis and Mayer 1996, Matzarakis et al. 1999) és a magyar lakosságra vonatkozó PET-hőérzettartományok (°C) tavasszal, nyáron és ősszel (a piros körök a neutrális hőmérsékleteket jelzik) (Kántor et al. 2016a, Kovács et al. 2016)

Összefoglalásként elmondható, hogy a magyar emberek hőérzeti mintázatában az eredeti, általánosan használt értéktartományokhoz képest különbségek mutatkoznak (5.2. ábra). Emellett eltérések jelentkeznek az egyes évszakok között is (5.1–2. ábra). Az 5.1. ábrán látható évszakai MTSV vs. PET négyzetes regressziós összefüggések adják az egyik függvénykapcsolatot, amely az mTCI új PET értékelő pontjainak levezetéséhez szükséges (4.7. ábra). Az 5.2. ábrán látható PET-értéktartományokból pedig kialakíthatók a CTIS termikus komponenseinek hazai lakosokra adaptált küszöbértékei (4.8. ábra).

5.3. A hazai lakossághoz adaptált turisztikai klímát értékelő eszközök

Az mTCI alapját képező **értékelő pont vs. PET közötti évszakai függvénykapcsolatokat** az 5.3. ábra mutatja be, amin feltüntettem a neutrális PET hőmérsékleteket is, melyek a levezetés értelmében a maximális (5) értékelő pontot kapták. Minden más PET-értékhez pedig egy [0; 5] intervallumba eső értékelő pont járult.



5.3. ábra: Az mTCI termikus al-indexeihez ($mCId$ és $mCIa$) szükséges PET értékelő pontok a különböző évszakokban a magyar lakosság hőérzetszavazatai alapján [azon PET-tartományok esetében, melyek nem álltak fenn a humánkomfort-felmérés idején, a görbeszakasz halványított; a függőleges segédvonal a neutrális PET hőmérsékleteket (°C) jelöli ki] (Kovács et al. 2016, 2017)

Az ábráról leolvasható, hogy mindhárom évszakban a növekvő PET-értékekkel párhuzamosan az értékelő pontok intenzívebben növekednek a hidegebb termikus viszonyok esetében, mint ahogy csökkennek a melegebb körülmények során. Ez az aszimmetria annak a következménye, hogy az MTSV vs. PET regressziós függvényeknek egyre kisebb a meredeksége a magasabb PET-értékek felé haladva (5.1. ábra). Mivel az értékelő pontok a regressziós függvényekből származnak, az ott megjelenő évszakai különbségek átöröklődnek az értékelő pont vs. PET függvénykapcsolatokra is. Így megmutatkozik például az, hogy magasabb PET-értékek esetében (kb. 26 °C felett) kisebb értékelő pontok adódnak nyáron, mint a többi évszakban ugyanolyan PET-érték esetében, ami az eltérő szezonális percepció következménye (5.1–2. ábra).

A CTIS termikus komponenseiben használt magyar **PET hőérzeti küszöbértékeket** az 5.3. táblázat foglalja össze, évszakai bontásban. A PET-értéktartományok a CTIS-ben mint neutrális, meleg–forró („legalább meleg”), valamint hűvös–hideg („legalább hűvös”) küszöbértékek jelennek meg, és a 4.1.2. fejezetben ismertetett módszertan szerint vezettem le az 5.2. ábrán látható PET-skálákból kiindulva. Az 5.3. táblázat a megfelelő termofiziológiai stressz

szinteket is mutatja, amelyek természetesen minden évszakban ekvivalensek. A soron következő alkalmazási példákban a CTIS ezen eredeti termikus komponenseit is megjelenítem és összehasonlítom a hazai tartományokkal. A fizikai és az esztétikai komponensek küszöbértékeit változatlanul hagytam, vagyis a [2.5. táblázatban](#) közölt értékeket használtam fel a gyakorisági eloszlások vizsgálatához.

5.3. táblázat: A hagyományos fiziológiai stressz küszöbértékek ([Matzarakis and Mayer 1996](#), [Matzarakis et al. 1999](#)), valamint az éghajlat termikus tényezőjének évszakosan eltérő értékelése a magyar lakosság szubjektív értékelése alapján ([Kántor et al. 2016a](#), [Kovács et al. 2016](#))

Típus	Kategória-név	Küszöbértékek		
		Tavaszi	Nyár	Ősz
Szervezetet érő termikus stressz	Stresszmentes	18 °C < PET < 23 °C		
	Hőstressz	PET > 35 °C		
	Hidegstressz	PET < 8 °C		
Magyar lakosság hőérzeti mintázata	Neutrális	14 °C < PET < 20,8 °C	17,3 °C < PET < 22,4 °C	13,9 °C < PET < 21,4 °C
	Meleg–forró	PET > 30,7 °C	PET > 28,9 °C	PET > 32,6 °C
	Hűvös–hideg	PET < 8,4 °C	PET < 13,1 °C ^a	PET < 7,9 °C

^a extrapolált eredmény

6. Alkalmazási példák

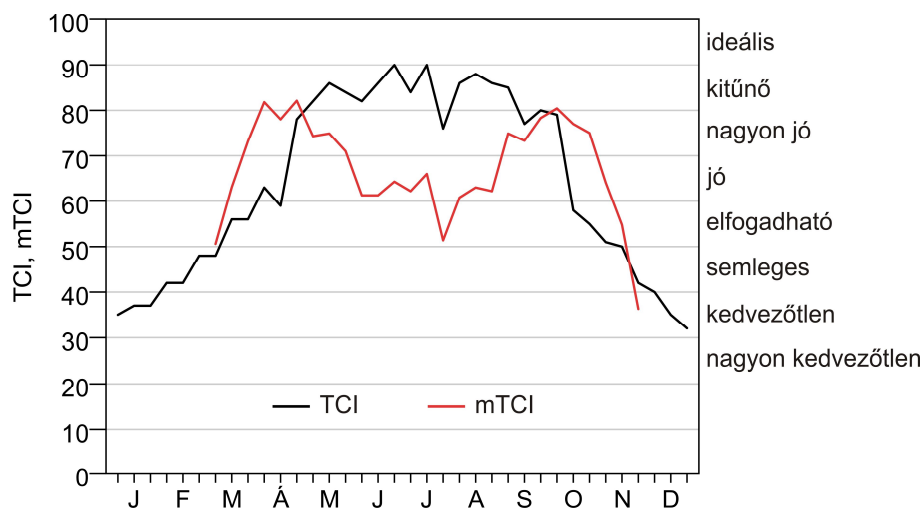
6.1. Turisztikai desztinációk értékelése

6.1.1. Turisztikai klíma index és módosított Turisztikai klíma index

Első példaként hat magyar és négy külföldi **célterület jelenlegi turisztikai klímapotenciálját** értékelem a TCI és az mTCI alapján. Az eredmények a nappali időszak adatain alapulnak (4.2.1. fejezet).

Szeged klímapotenciáljának elemzése

A TCI és az mTCI tíznapi értékeinek évi menetét a 6.1. ábra szemlélteti Szegedre vonatkozóan az 1996–2010-es időszak átlagára (a TCI esetében egész évre, az mTCI esetében pedig márciustól novemberig). A TCI évi eloszlása egy nyári csúcshoz hasonlatos szerkezetet jelez (2.7. ábra), de a nyári időszakon belül jelentős különbségek nem mutatkoznak. A legkedvezőbb körülmények májustól szeptemberig találhatók 80–90 körüli értékekkel, ami kitűnő körülményeket jelez (2.3. táblázat). Július utolsó dekádjában egy mérsékelt visszaesés látható (TCI = 76, nagyon jó körülmény). Télen a TCI-értékek 50 alá csökkennek, ami semleges vagy kedvezőtlen viszonyokat jelent. A kedvezőtlenebb téli viszonyok után a tavasz közepén intenzív javulás figyelhető meg, majd a kedvező nyári időszak után az ősz közepén gyors ütemben hanyatlanak a körülmények (6.1. ábra).

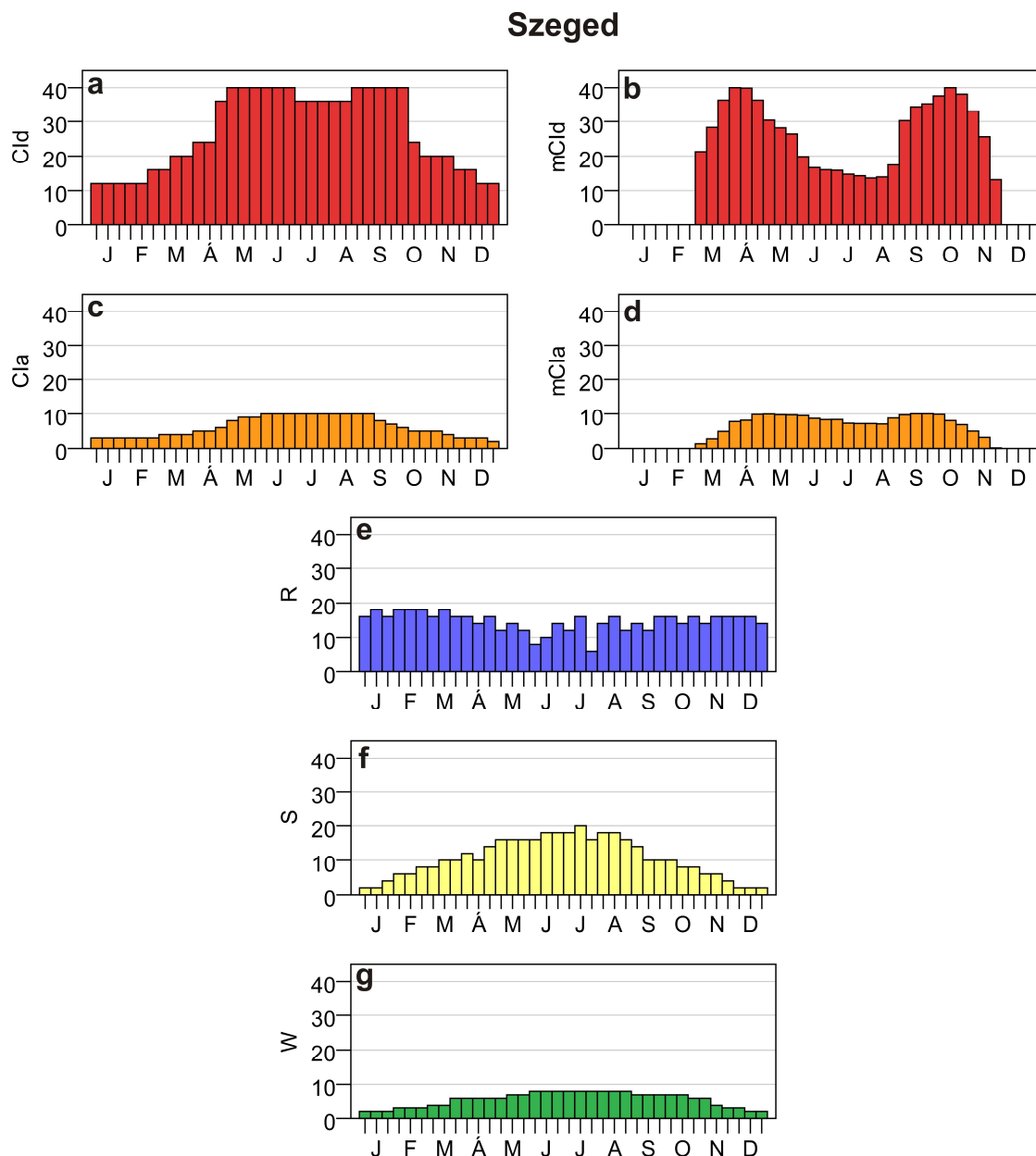


6.1. ábra: A TCI és az mTCI évi menete Szegeden tíznapos felbontásban (1996–2010)

Az **mTCI** évi menete jelentősen eltér a TCI-éhoz képest. Ez esetben egy erőteljes bimodális szerkezet tűnik fel (2.7. ábra), vagyis a legoptimálisabb klíma szabadtéri turizmus szempontjából tavasszal, illetve ősszel jelentkezik, nyáron ugyanakkor kedvezőtlenebb körülmények mutatkoznak. A tavasz és az ősz több, elsősorban középső dekádjában nagyon jó (mTCI ≥ 70), esetenként kitűnő viszonyok uralkodnak (mTCI ≥ 80). Április végéig, illetve október elejétől az mTCI kedvezőbb viszonyokat jelez, mint a TCI. Nyáron ugyanakkor határozott visszaesés jelentkezik, ám ki kell emelni, hogy még ekkor is jónak minősülnek a klimatikus körülmények a kevéssel 60 feletti értékekkel. Július utolsó harmadában a módosított index

esetében is megtalálható egy nagyobb mértékű csökkenés ($mTCI = 51$, elfogadható körülmény) (6.1. ábra).

Annak érdekében, hogy tisztában legyünk a TCI és az $mTCI$ eltérő évi menetének lehetséges okaival, fontosnak tartom bemutatni, hogy **milyen mértékben járulnak hozzá** a TCI/ $mTCI$ -t felépítő **egyes al-indexek** az indexek összértékéhez, tehát a fenti általános sajátosságok kialakításához. A 6.2. ábra mutatja az al-indexekhez tartozó pontértékek évi menetét ugyancsak Szegeden, melyen nemcsak az egyes időszakok közötti különbségek láthatók, hanem a termikus al-indexek szeparációja révén (CId vs. $mCId$, Cla vs. $mCla$) megállapíthatók a két index közötti különbségek okai is.



6.2. ábra: A TCI-t és az $mTCI$ -t felépítő al-indexek évi menete Szegeden tíznapos felbontásban (1996–2010). Az egyes al-indexek pontértékelése: CId – „nappali” maximum-hőmérséklet és minimum relatív nedvesség, Cla – „nappali” átlaghőmérséklet és átlagos relatív nedvesség, $mCId$ – „nappali” maximum PET, $mCla$ – „nappali” átlagos PET, R – tíznapi csapadékösszeg, S – napi napfénytartam, W – „nappali” átlagos szélesség alapján. Az R , S és W al-indexek értékelése a TCI és az $mTCI$ esetében azonos, és megegyezik [Mieczkowski \(1985\)](#) módszerével, annyi különbséggel, hogy a tíznapi értékelés miatt az eredeti R -küszöbértékek osztva vannak hárommal

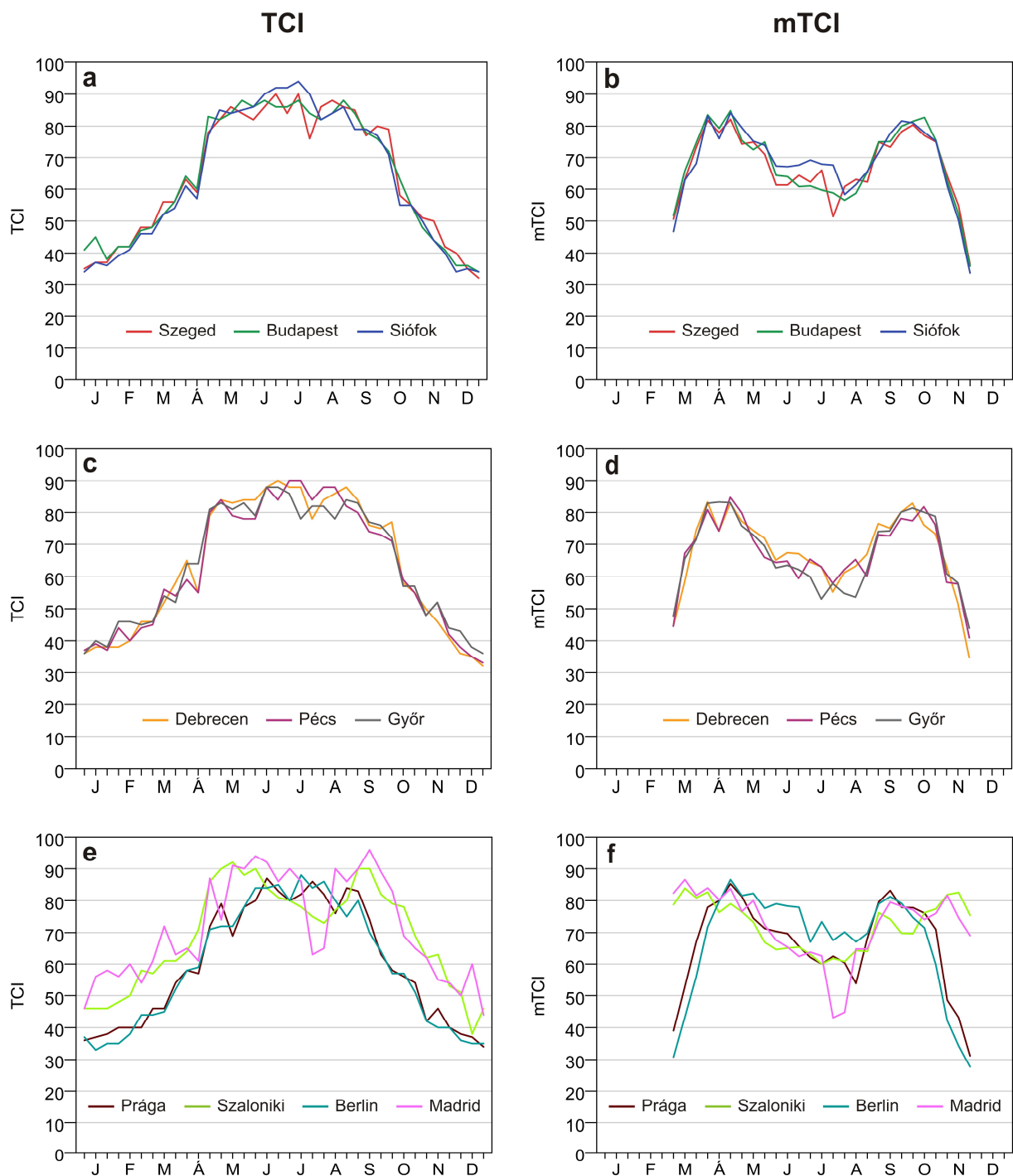
A 6.2.a–b. ábra alapján világosan megmutatkozik, hogy elsősorban a *CId/mCId* tag a fő felelőse a TCI és az mTCI különböző évi menetének. Ugyanis a nyári időszakban a délutáni órákban, amikor általában magas PET-értékek uralkodnak, a „nappali” maximum PET-en alapuló *mCId* tag jelentősen csökkentti az adható pontértéket az átmeneti évszakokhoz képest (5.3. ábra). A különbségek mértékéhez nagymértékben hozzájárul az is, hogy a *CId/mCId* al-index jelentős súlyt képvisel az indexekben (2.2. táblázat). Az is szembeűnő, hogy a nyár néhány dekádjában már a TCI esetében is megjelenik egy kismértékű *CId*-értékbeli csökkenés.

A nyári csűcs és a bimodális alakzat kialakításában a *CId/mCId* tag is szereppel bír, noha ennek hatása csekély a *CId/mCId*-hez képest (6.2.c–d. ábra). A csapadék tagról (*R*) elmondható, hogy május és augusztus között sokszor kisebb mértékben járul hozzá a TCI/mTCI értékéhez, mint a többi időszakban, mivel ekkor gyakran nagyobb csapadékmennyiség detektálható a tíznapos összegek tekintetében, ami Mieczkowski (1985) értékelő rendszere szerint rontja a turisztikai klimatikus viszonyokat (2.5. ábra). Így tehát a bimodális alakú mTCI-menet létrejöttéhez a csapadék al-index is hozzájárul, szerepe ugyanakkor elhanyagolható az *mCId* taghoz képest (6.2.e. ábra). A csapadékkal ellentétben a napfénytartam al-index (*S*) – a napi napfénytartam téli minimuma és nyári maximuma miatt – nyáron nagyobb mértékben járul hozzá az index értékéhez, így a bimodális szerkezetet kissé tompítja, a nyári csűcsot pedig elősegíti (6.2.f. ábra). A nyári csűcs kialakításához a szélesebségindex is hozzájárul kismértékben (6.2.g. ábra).

A vizsgált terűletek klímapotenciáljának összevetése

Amennyiben áttekintjük a **többi hazai terűlet** (Budapest, Siófok, Debrecen, Pécs, Győr) TCI/mTCI-alakulását, elmondhatjuk, hogy mindegyik nyári csűccsal jellemezhető a TCI alapján, míg bimodális szerkezettel az mTCI szerint (6.3.a–d. ábra). Valamennyi helyszín a júniusnál kedvezőtlenebb körűlményekkel rendelkezik júliusban és augusztusban. Szembetűnő, hogy Siófokon június és július dekádjában némileg kedvezőbb klimatikus viszonyok találhatók a többi városhoz képest (a TCI 90 körül vagy kissé afelett, az mTCI kevéssel 70 alatt alakul). E különbség kialakulásában mindenképpen nagy szerepe van a szélesebségindexnek (*W*), ugyanis Siófokon magasabb átlagos szélesebségek detektálhatók, és ebben az időszakban Mieczkowski „passzát szélrendszer” kategóriarendszere érvényesűl a terűleten, amelyben a szélesebségértékek éppen a maximálisan adható 5 értékű pontot jelölik ki (2.5. ábra). A többi városban ugyanakkor súlyozva 2–4 ponttal kisebb *W*-érték adódik (Fűggelék 3.a–7.a. ábra).

A **kűlföldi terűletek** esetében változatosabb kép bontakozik ki (6.3.e–f. ábra). A TCI-t tekintve Prágában és Berlinben a magyarországi helyszínekhez hasonlóan a nyári időszak rendelkezik a legkedvezőbb körűlményekkel, ami általában kitűnöt jelent ($80 < \text{TCI} < 89$) (6.3.e. ábra). Szembetűnő ugyanakkor, hogy a május és a szeptember néhány értékkel kedvezőtlenebbnek mutatkozik a magyarországinál. Ennek oka világosan magyarázható a nagy súllyal bíró *CId* al-index értékeiből következően, mivel az említett helyszíneken a „nappali” maximális PET-ek értéke alacsonyabb. Érdekesség, hogy Berlinben és Prágában a legterhelebb nyári dekádokban nem jelenik meg a *CId*-értékek csökkenése, ellentétben a hazai helyszínekkel (Fűggelék 8.a–9.a. ábra).



6.3. ábra: A TCI és az mTCI évi menete a vizsgált turisztikai célterületekre tíznapos felbontásban (Szegeden, Budapesten, Siófokon és Debrecenben az 1996–2010, Pécsen, Győrben, Prágában, Szalonikiben, Berlinben és Madridban a 2000–2010 időszakra vonatkozóan)

Madridban és Szalonikiben már a TCI eloszlása is bimodális jelleget mutat, ami Szaloniki esetében kifejezettebb: egészen június elejétől szeptember elejéig kissé visszaesnek az értékek (6.3.e. ábra). A nyári visszaesések egyik fő okozója is a *C_{ld}* tagban keresendő, ami mindkét déli régióban bimodális jelleget mutat, sőt Szalonikiben a „nappali” átlagos PET-en alapuló *C_{la}* tag hozzájárulása is kisebbnek adódik néhány nyári dekádban. Látható az is, hogy a kis csapadék (magas *R*-érték) és a nagy napfénytartam (nagy *S*-érték) a bimodális jelleg ellen dolgozik a két városban, ugyanakkor ezek hatása kisebb súlyértékük miatt kevésbé érvényesül (Függelék 10.a–11.a. ábra). Madridban a bimodális jelleg tekintetében csak egy rövidebb,

viszont jelentős visszaesés látható: július utolsó és augusztus első dekádjában jónak minősülnek az éghajlati viszonyok, egyébként közel ideálisnak mutatkoznak (6.3.e. ábra). E csökkenésért egyértelműen a szélsébségindex tehető felelőssé. A spanyol területen ugyanis a sehol máshol nem jelentkező több mint 33 °C-os átlagos nappali maximum-hőmérséklet adódott e két dekádban, amely esetben a „forró klíma” elnevezésű szélsébségértékelő-pontok használndók (2.5. ábra). A viszonylag erős szél e meleg nappali időszakban pedig olyan komoly terhelést okoz, hogy ez mindössze 0,5 vagy 0 pontot eredményez (Függelék 10.a. ábra). E nyári csökkenést leszámítva ugyanakkor a déli területeken csaknem egész évben kedvezőbb turisztikai klimatikus körülmények detektálhatók, ami a magyarországi helyszínekhez képest általában egy, míg az északi régiókhoz képest egy vagy két kategóriányi javulást jelent. Ennek okozója elsősorban a nagyobb értékű *CId* tagok, másodsorban az egész évben jellemző magasabb *S*-értékek.

Az **mTCI** esetében a magyar helyszínekhez hasonlóan mindegyik külföldi célterületen bimodális szerkezet mutatkozik, ám jelentős eltérések fedezhetők fel (6.3.f. ábra). Berlinben a nyári visszaesés mértéke csekélyebb (körülbelül egy kategóriányi), míg a többi területen egyöntetűen több mint két kategóriányi hanyatlás jelentkezik. E különbség oka, hogy a német területen kisebb mértékű a nyári *mCId*-visszaesés, vagyis ebben az időszakban ott olyan maximum PET-ek adódnak a nappali órákban, amelyek kevésbé terhelők, így értékelésük magasabb ponttal történik, mint a többi területen (Függelék 8.a. ábra). Madridban még ezenfelül – mint ahogy a TCI-nál is láttuk – július végén és augusztus elején az éghajlati viszonyok jelentősen kedvezőtlenebbé válnak ($40 < \text{mTCI} < 49$, semleges), amely nyilvánvalóan most is a *W*-indexszel magyarázható. Április és szeptember környékén mind a négy régióban hasonlóan magasan, 80 körül alakul az **mTCI** értéke, ugyanakkor márciusban és október-novemberben az északi területeken jóval kedvezőtlenebbek a körülmények, ellenben Szalonikiben és Madridban hasonlóan vagy még kedvezőbben alakulnak, ami 40–50 körüli **mTCI**-különbséget alakít ki az északi és a déli régiók között (6.3.f. ábra). Ennek az az oka, hogy az északi területeken ekkor a hidegterhelés fokozódása kisebb *mCId*- és *mCIda*-értékeket generál (Függelék 8.a–9.a. ábra), míg délen ezekben az időszakokban is igen magas (esetenként a legmagasabb) értékek mutatkoznak. A madridi és szaloniki magasabb napfénytartam (így *S*-érték) is kismértékben hozzájárul e különbséghez (Függelék 10.a–11.a. ábra).

6.1.2. Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer

A következőkben a klimatikus és bioklimatikus adatok gyakorisági eloszlásán alapuló **CTIS-eredményeket** mutatom be a vizsgált helyszínekre. Az eredmények jelen esetben is csak a nappali időszak adataira támaszkodnak. Elsőként a termikus paraméterek gyakoriságát vizsgálom, mind a hagyományos PET-stressz kategóriák, mind a magyar lakosokra adaptált hőérzeti értéktartományok alapján. A termikus komponensek elemzése után az esztétikai és a fizikai komponenseken alapuló eredményeket mutatom be.

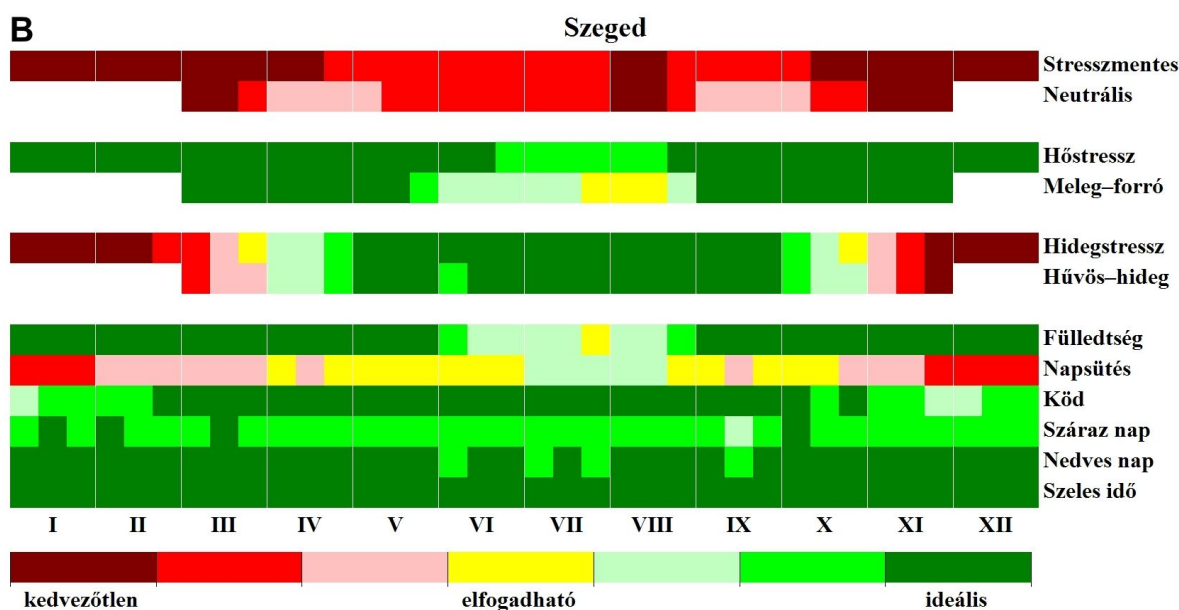
Szeged klímapotenciáljának elemzése

Elsőként jelen esetben is **Szeged** városát elemzem részletesen, amelyre vonatkozóan kétféle ábrázolási módszeren alapuló eredményt is bemutatok (6.4. ábra). Az egyik megjelenítési

A

Szeged

0	0	0	0	0	0	0	3	5	13	13	23	25	20	19	17	16	16	16	15	15	13	13	17	22	18	24	22	13	9	3	1	0	0	0	0	Stresszmentes
							5	10	16	28	29	36	32	26	25	17	16	16	16	16	15	14	13	17	33	31	37	36	24	22	12	8	1			Neutrális
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	10	13	16	15	21	22	20	21	11	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hőstressz
							0	0	0	0	0	1	7	11	14	30	35	38	38	42	43	46	46	33	7	3	2	0	0	0	0	0	0	0		Meleg–forró
97	98	97	89	90	84	76	68	55	36	35	19	10	9	9	6	4	3	2	1	1	1	1	3	6	11	12	17	37	42	58	71	89	94	99	98	Hidegstressz
						78	69	57	38	36	20	11	10	10	21	14	12	13	7	8	8	9	14	6	10	12	17	37	42	57	70	89			Hűvös–hideg	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	21	28	28	30	33	45	42	29	21	8	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Füledtség
23	24	25	35	33	37	33	37	37	45	34	46	43	43	48	48	52	54	56	62	56	65	64	54	53	40	44	42	44	40	40	33	22	27	21	26	Napsütés
31	27	25	18	17	13	8	7	5	5	9	9	6	5	6	10	8	8	9	5	9	7	6	7	8	9	12	11	15	11	19	18	30	35	28	25	Köd
77	87	79	84	83	83	83	86	81	82	76	81	75	73	75	71	73	78	77	83	75	81	81	78	79	67	81	85	79	84	75	80	79	75	77	71	Száraz nap
8	4	5	6	5	8	10	3	5	7	12	7	9	10	13	20	12	11	15	8	16	11	8	13	11	14	8	8	9	7	11	8	10	8	9	13	Nedves nap
3	3	5	4	5	6	10	9	8	6	7	3	3	2	3	1	1	1	2	1	1	0	1	1	2	1	0	3	3	3	7	4	5	3	2	5	Szeles idő
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII																									



Az **első módszer** esetében a különböző jellegű paraméterekhez köthető színasszociációk (pl. hideg – kék, meleg – piros) kiküszöbölése érdekében egy semleges színárnyalatú (sárgászöld) ábrázolási mód mellett döntöttem (6.4.a. ábra). Termikus szempontból stresszmentes viszonyok legnagyobb gyakorisággal (20% körül) április utolsó dekádjában, májusban, szeptemberben és október első dekádjában fordulnak elő. A felmérések révén levezetett, a magyar lakosok által neutrálisnak érzett viszonyok alapján a kedvező feltételek nagyobb gyakorisággal fordulnak elő az említett időszakokban (kb. 25–35%). Nyáron a neutrálisnak érzett körülmények gyakorisága csupán 15% körüli, ami hasonló az eredeti küszöbértékek által jelzethez.

Meleg–forró hőérzetet eredményező viszonyok elsősorban nyáron fordulnak elő, mégpedig 35–45%-os gyakorisággal. A magyarok hőérzetére alapozott értékelés általában több mint kétszer gyakrabban jelez kedvezőtlen viszonyokat, mint amit az eredetileg definiált hőstressz küszöbérték alapján mondhatunk.

A magyar emberek által hűvösnek és hidegnek érzett körülmények előfordulása a nyarat kivéve csaknem megegyezik az eredeti hidegstressz küszöbérték alapján vett gyakoriságokkal a teljes vizsgált időszakban. A legmagasabb gyakorisági értékek kora tavaszra és késő ősze összpontosulnak 60–90%-kal. Az eredeti küszöbérték téle 85–100% gyakoriságú hidegstresszt jelez. A nyári időszakban lényegében nem fordul elő hidegstressz, viszont olyan körülmények, melyeket a magyar emberek hidegnek vagy hűvösnek éreznek, kissé nagyobb gyakorisággal fordul elő, különösen a nyár első felében (ugyanakkor ez bizonytalanabb eredménynek tekintendő, mivel a kérdőíves adatbázis alapján a hűvös és a hideg PET-tartományok határát nem lehetett levezetni; [5.2. ábra](#), [5.3. táblázat](#)).

Az ugyancsak a termikus csoportba tartozó fülledt viszonyokat csak május második dekájától október első dekájáig tapasztalhatunk, de a 20–45%-os gyakoriságával nyáron fordul elő számottevő mértékben. Az esztétikai komponensnek számító napsütés gyakorisága június közepétől szeptember első dekájáig meghaladja az 50%-ot, előfordulásának minimuma (25% körül) pedig decemberben és januárban található. Ködös körülmények a legnagyobb valószínűséggel november végétől január végéig alakulhatnak ki. Száraz nap kb. 65–85%-os gyakorisággal fordul elő az év folyamán, a kisebb értékek főként májusra és júniusra összpontosulnak. A nedves napok előfordulási gyakorisága általában 15% alatt marad, s legnagyobb valószínűséggel májustól szeptemberig fordulnak elő. Szeles idő leginkább márciusban és áprilisban tapasztalható, de gyakorisága még ekkor is 10% alatt marad ([6.4.a. ábra](#)).

A **diszkrét színekkel** kódolt turisztikai értékelő skála szerint ([6.4.b. ábra](#)), akár a stresszmentes, akár a neutrálisnak érződő viszonyokat tekintjük, az elfogadhatónak számító gyakoriságnál (42–56%) mindig alacsonyabbat kaptam, vagyis valamilyen mértékben kedvezőtlen körülményeket találunk a dél-alföldi területen. A legkedvezőtlenebb viszonyok télen, tavasz elején, őszi végén és augusztus első két dekájában jelennek meg. Az eredeti stresszmentes kategóriát alapul véve vagy ugyanolyan, vagy egy kategóriával kedvezőtlenebb viszonyokat kaptam eredményül.

Hőstressz szempontjából még a nyári időszak is csak egy kategóriával marad el az ideálisától. Ugyanakkor a meleg–forró hőérzet tekintetében a július vége, augusztus eleje és közepe mindössze elfogadhatónak minősül, s a többi nyári dekád esetén is csupán egy kategóriával kedvezőbb az állapot. A nyarat nem számítva az esetlegesen előforduló hőstressz vagy meleg hőérzet nem ront az ideális körülményeken.

A hidegstressz és a hűvös–hideg hőérzet csekély mértékű előfordulása májustól szeptemberig ideálisnak minősül. A többi időszakban is ugyanarra a minősítésre vezet a kétféle megközelítés, s általában dekáról dekára egy-egy kategóriával kedvezőtlenebb viszonyokra (10–15%-kal nagyobb előfordulási gyakoriságokra) számíthatunk. Télen a gyakori hidegstressz abszolút kedvezőtlen körülményeket okoz.

A fülledtség nyáron némiképp csorbitja az időjárási viszonyok élvezeti értékét, így július végén már csak elfogadható minősítésre vezet. Júliusban és augusztus első két dekájában jelez kedvező képet a napsütésre vonatkozó értékelő sor, de ideális körülményeket ekkor sem várhatunk. Áprilistól június végéig és augusztus végétől október végéig még elfogadható, míg decemberben és januárban már kedvezőtlen a napsütés mennyisége. Ködös körülmények álta-

lában novembertől februárig fordulnak elő, de az elfogadhatónál mindvégig kedvezőbbek maradnak. A nedves napok előfordulási gyakorisága szempontjából néhány nyári dekádot leszámítva ideális viszonyokat várhatunk, és a száraz napok gyakorisága alapján is csaknem ideális kép mutatkozik. A szelesnek minősülő körülmények alacsony előfordulási gyakorisága valamennyi dekádban ideális minősítéssel értékelhető (6.4.b. ábra).

A fentieket összegezve Szegeden a városi turizmusra való legalkalmasabb időszaknak a májust és a szeptembert tartom. Ekkor hőstressz és hidegstressz nem jellemző, a termikus stressztől mentes körülmények pedig a legnagyobb valószínűséggel fordulnak elő. A neutrálisnak, meleg–forrónak s hűvös–hidegnek érzett viszonyok tekintetében is kedvezőnek minősülnek e periódusok. A fizikai és az esztétikai paraméterek alapján is megfelelőnek értékelhetők ezek az időszakok, egyedül a nagyobb valószínűséggel előforduló csapadék jelenthet némi bizonytalanságot.

A vizsgált területek klímapotenciáljának összevetése

Összehasonlítva Szegedet a **többi magyar helyszínnel**, a stresszmentes és a neutrálisnak érzett viszonyok, valamint a hidegstressz és a hűvös–hideg hőérzet gyakoriságában csak kis különbségeket találhatunk. A hőstresszel jellemezhető, valamint a melegnek és forrónak érzett körülmények előfordulása Debrecen és Siófok esetében általában néhány százalékkal kisebb gyakoriságokat mutat a többi területhez képest (6.5. ábra). Fülledt viszonyok a nyári dekádokban Budapesten fordulnak elő a legkisebb, míg Siófokon, Debrecenben és Szegeden a legnagyobb gyakorisággal. Ezen belül is kiemelendő a balatoni térség, ahol valamennyi dekádban a legnagyobb – július közepétől augusztus közepéig több mint 50%-os – valószínűséggel számíthatunk fülledt körülményekre. A napsütést tekintve a legnagyobb előfordulási gyakoriságok nyáron Siófokon és Szegeden figyelhetők meg. A ködös időszakok tekintetében általában Győrben mutatkoznak a legkisebb gyakorisági értékek, míg e körülmény Szegeden, Debrecenben és Siófokon okoz nagyobb valószínűséggel kedvezőtlenebb viszonyokat. A száraz és a nedves napok előfordulásában Szegedhez viszonyítva csak kisebb különbségek mutatkoznak. A szeles időszakok Szegedhez képest általában kisebb gyakorisággal fordulnak elő, mely alól kivétel Siófok, ahol az egész év folyamán a leggyakrabban fordul elő a hazai városok közül (6.6. ábra).

A **külföldi helyszíneken** a TCI/mTCI-értékeléshez hasonlóan nagyobb különbségeket és eltolódásokat találunk a magyar területekhez képest (6.5–6. ábra). Prága és Berlin esetében a hőstresszmentes és a neutrálisnak érzett viszonyok tekintetében szembevetendő, hogy a nyári dekádokban néhány százalékkal nagyobb gyakoriságokkal fordulnak elő. Az átmeneti évszakokban mindkét körülmény gyakorisága hasonlóan vagy némileg kisebbnek adódik, mint a magyar területeken. Szaloniki és Madrid esetében jelentős eltérések mutatkoznak nyáron a többi helyszínhez képest, akárcsak a TCI-értékelés esetén. Ugyanis mind a stresszmentes, mind pedig a neutrálisnak érzett viszonyok mindössze néhány százaléknyi gyakorisággal fordulnak elő, ami júliusban és augusztusban, valamint a görög régió esetén a legkifejezettebb. Tavasszal és ősszel jelen esetben is kedvezőbb feltételek mutatkoznak, s a maximális gyakoriságokkal rendelkező időszakokban megfigyelhető egy eltolódás a tavasz kezdete s az őszi vége felé. Például Szaloniki esetében április első két és október utolsó két dekádjában számíthatunk a legnagyobb valószínűséggel (közel 50%-os gyakorisággal) neutrálisnak érzett körülményekre.

Prágában és Berlinben a hőstresszel jellemezhető viszonyok szinte elhanyagolható mértékben fordulnak elő. A magyar lakosok hőérzetére alapozott értékelés e területeken is gyakrabban jelez kedvezőtlen viszonyokat, de a magyar területekhez képest jóval kisebb gyakorisággal fordulnak elő meleg–forró hőérzetű körülmények. A két északi helyszínt összehasonlítva, a cseh területen mutatkoznak kissé nagyobb gyakorisággal kedvezőtlen körülmények. Madrid és Szaloniki térségében a hőstressz és a meleg–forró hőérzet gyakoriságát elemezve drasztikusan kedvezőtlenebb viszonyokat találunk. Hőstresszes körülmény július közepétől augusztus közepéig kb. 50%-os gyakorisággal fordul elő a két területen, míg a meleg–forró hőérzet esetében még ennél is jóval kedvezőtlenebb körülményeket várhatunk nyáron, melynek gyakorisága Szalonikiben megközelíti a 90%-ot. Megfigyelhető az is, hogy a két déli régióban a magyar és az északi területekhez képest nagyobb valószínűséggel fordulnak elő kedvezőtlen körülmények a májusi és a szeptemberi dekádokban is.

Az erős hidegstresszel jellemezhető és a hűvös–hideg hőérzetű viszonyok gyakoriságának alakulása a külföldi területeken a magyarországihoz hasonlóan alakul, vagyis a tél felé haladva fokozatosan nagyobb valószínűséggel számíthatunk kialakulásukra. Ugyanakkor a gyakoriságok nagyságában és időbeli alakulásában jelentős eltolódásokat találunk. Berlin és Prága térségében a magyar viszonyokhoz képest nagyobb gyakorisággal fordulnak elő, és májusban, valamint szeptemberben sem elhanyagolhatók. A déli helyszíneken ugyanakkor az erős hidegstresszel jellemezhető, valamint a hűvösnek és hidegnek érzett viszonyok leginkább csak a téli hónapokra szorítkoznak, és jóval kisebb valószínűséggel számíthatunk rájuk, mint a többi területen. Hidegstresszes viszonyok nyáron nem jellemzők a külföldi területeken, a szubjektív hőérzetalapú értékelés viszont az északi helyszínekre kissé nagyobb mértékben jelez kedvezőtlen viszonyokat (ám ez bizonytalanabb eredménynek tekintendő, [5.3. táblázat](#)) ([6.5. ábra](#)).

Füledt viszonyok Prágában és Berlinben kisebb gyakorisággal fordulnak elő a hazai területekhez képest, s leginkább júliusra és augusztusra szorítkoznak. Madridban a füledtség kialakulása elhanyagolható, ugyanakkor Szalonikiben nyáron szinte mindennapos eseménynek számít. Legnagyobb valószínűséggel augusztus első két dekádjában számíthatunk rá (85 és 84%), s figyelemre méltó, hogy májusban, szeptemberben, valamint októberben is számottevő mértékben tapasztalhatunk itt füledt viszonyokat. Napsütéses viszonyok az északi régiókban szinte mindegyik dekádban kisebb, a déli területeken pedig nagyobb gyakorisággal fordulnak elő, mint Magyarországon. A két déli helyszínen még az átmeneti és a téli évszakokban is viszonylag kiegyenlítetten magas gyakorisággal számíthatunk napsütésre, június utolsó dekájától augusztus végéig pedig a mennyisége eléri a 85–90%-ot is. Köd az északi területeken ősszel kissé nagyobb valószínűséggel fordulhat elő, mint a hazai helyszíneken, télen viszont fordított a helyzet. A déli régiókban kevésbé jellemzőek a ködös viszonyok, de különösen a görög térségben késő ősztől február végéig nagyobb valószínűséggel számíthatunk rá, ám a mértéke nem éri el a Magyarországon tapasztalhatót. A déli helyszíneken a nyár összes dekádja ideálisnak tekinthető a csapadékkal kapcsolatos események tekintetében. Ősztől tavaszig viszont gyakrabban jelennek meg csapadékos időszakok, esetenként a magyarországinál is nagyobb gyakorisággal. Prága és némileg kisebb mértékben Berlin térségében – a magyar területekhez hasonlóan – nyáron adódik a legnagyobb valószínűséggel nedves nap. Száraz nap némileg kisebb arányban fordul elő e két városban a magyar területekhez képest. A legtöbb hazai helyszínhez hasonlóan a szeles viszonyok előfordulási gyakorisága az északi területeken kicsi, míg a görög és a spanyol régióban novembertől áprilisig nagyobb gyakorisággal teheti kedvezőtlenebbé a körülményeket ([6.6. ábra](#)).

[illegible][illegible][illegible][illegible]

6.5. ábra: Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) temikus komponense a vizsgált területeken tíznapos felbontásban (Szegeden, Budapesten, Debrecenben és Siófokon az 1996–2010. Győrben, Pécsen, Berlinben, Prágában, Madridban és Szalonikiben a 2000–2010. időszakra vonatkozóan). A paraméterek küszöbértékei az 5.3. táblázaton alapulnak

Összegzésként elmondható, hogy a magyar területekhez hasonlóan a külföldi helyszíneken is elsősorban az átmeneti évszakok mutatkoznak a legalkalmasabbnak városi turizmusra. Különösen igaz ez a déli területekre, ahol nyáron mind az erős hőstresszel, mind a meleg–forró hőérzettel jellemezhető viszonyok nagy gyakorisággal fordulnak elő, a stresszmentes és a neutrálisnak érzett körülmények pedig nem jellemzőek. A görög területen emellett a rendkívül fülledt levegő is negatívan befolyásolhatja közérzetünket. A déli helyszíneken még májusban és szeptemberben is gyakran tapasztalhatunk kellemetlen hőérzetet eredményező viszonyokat, így ez alapján leginkább az április és az október ajánlható szabadtéri tevékenységekre. Az átmeneti évszakokban viszont már fel kell készülnünk csapadéktevékenységre is. Az északi régiókban még májusban és szeptemberben is nagy gyakorisággal fordulnak elő neutrálisnak érzett viszonyok, és elhanyagolhatóak az erős hőstresszel és meleg–forró hőérzettel jellemezhető körülmények, így leginkább ezek a hónapok kedvezőek. Ugyanakkor ki kell emelni, hogy e területeken még a nyári dekádokban sem rontja komfortérzetünket és közérzetünket számottevő mértékben hőstressz, és a termikus stressztől mentes viszonyok is az átmeneti évszakokhoz hasonló gyakorisággal fordulnak elő. Az északi helyszíneken ugyanakkor – hasonlóan a déli területekhez – éppen a kedvezőnek minősülő időszakokban (májustól szeptemberig) számíthatunk nagyobb valószínűséggel csapadéokra.

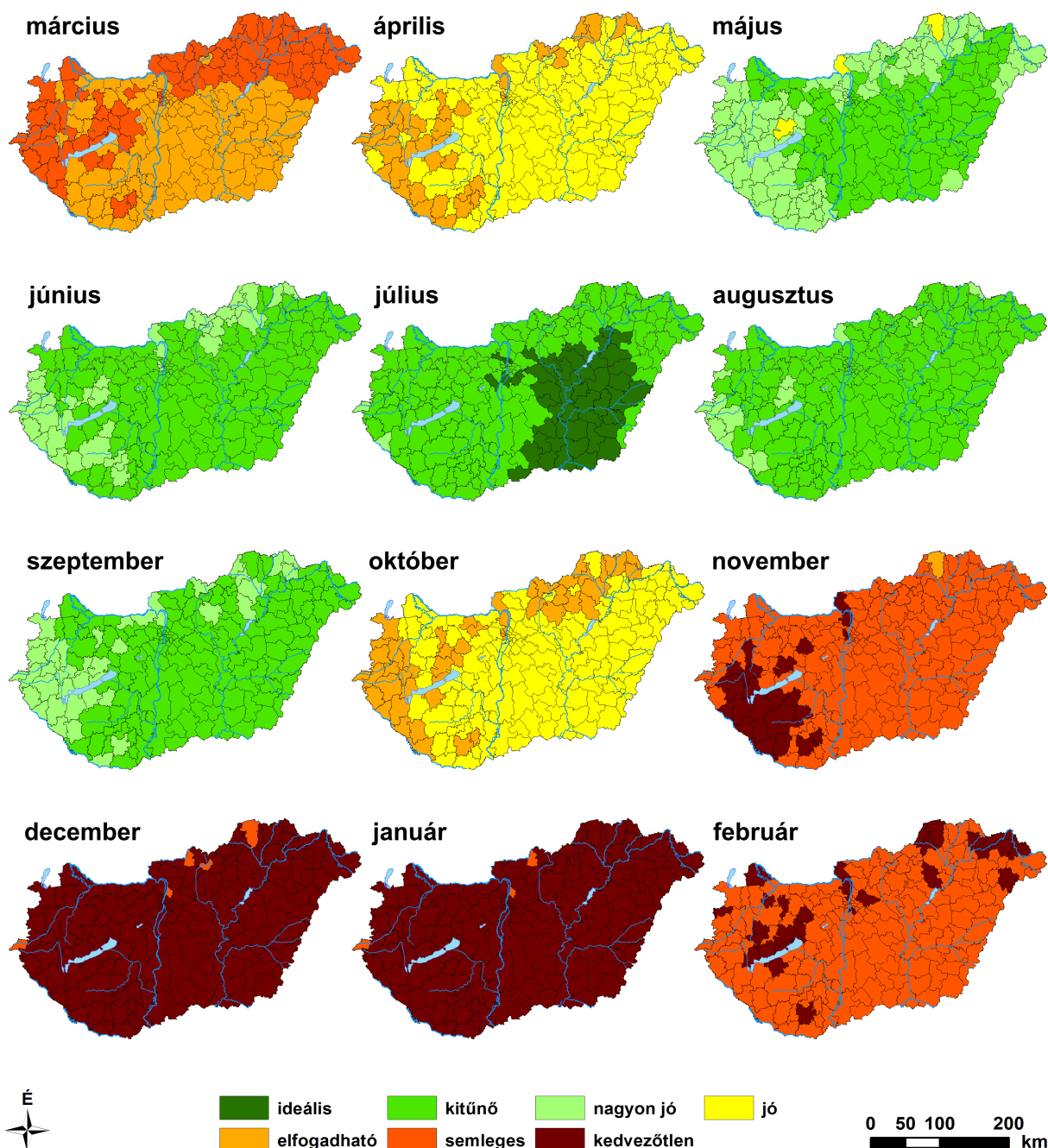
6.2. A turisztikai klímapotenciál mintázatának változása

A következő alkalmazási példa során a **turisztikai klímapotenciál változását** vizsgálom – az éghajlatváltozás tükrében – **hazánk területére** a TCI és az mTCI segítségével. Mindkét index esetén először a jelenlegi turisztikai klimatikus viszonyok alakulását ismertetem (1961–1990 időszak), majd pedig a jövőben valószínűsíthető körülményeket mutatom be (2021–2050 és 2071–2100 időszak) (Kovács *et al.* 2017). A TCI- és mTCI-értékek térképi kategorizálása a 2.3. táblázatban látható kategóriarendszer szerint történt, annyi különbséggel, hogy a 40 alatti TCI-/mTCI-értékeket egy egyetlen, „kedvezőtlen” elnevezésű kategóriába vontam össze.

6.2.1. A jelenlegi körülmények

A **mérési eredmények** alapján a **TCI-értékelés** decemberre és januárra jelzi a legkedvezőtlenebb turisztikai klimatikus viszonyokat (6.7. ábra). Decemberben a járások 97, januárban pedig 98%-ában „kedvezőtlen” körülmények uralkodnak. A legalkalmasabb időszakok egybeesnek az év leghűvösebb és napfényben legszegényebb periódusával (OMSZ 2015b), amikor a szabadtéri turisztikai tevékenységek – a karácsonyi ünnepkört leszámítva – egyébként sem jellemzőek. A legalkalmasabb időszak a kültéri turisztikai tevékenységek számára júliusban adódik. Ebben a hónapban a járások 99%-a legalább „kitűnő” klimatikus körülményekkel jellemezhető, sőt az Alföld nagy részén – a hazai járások 25%-ában – az éghajlati viszonyok minősítése eléri az „ideális” szintet.

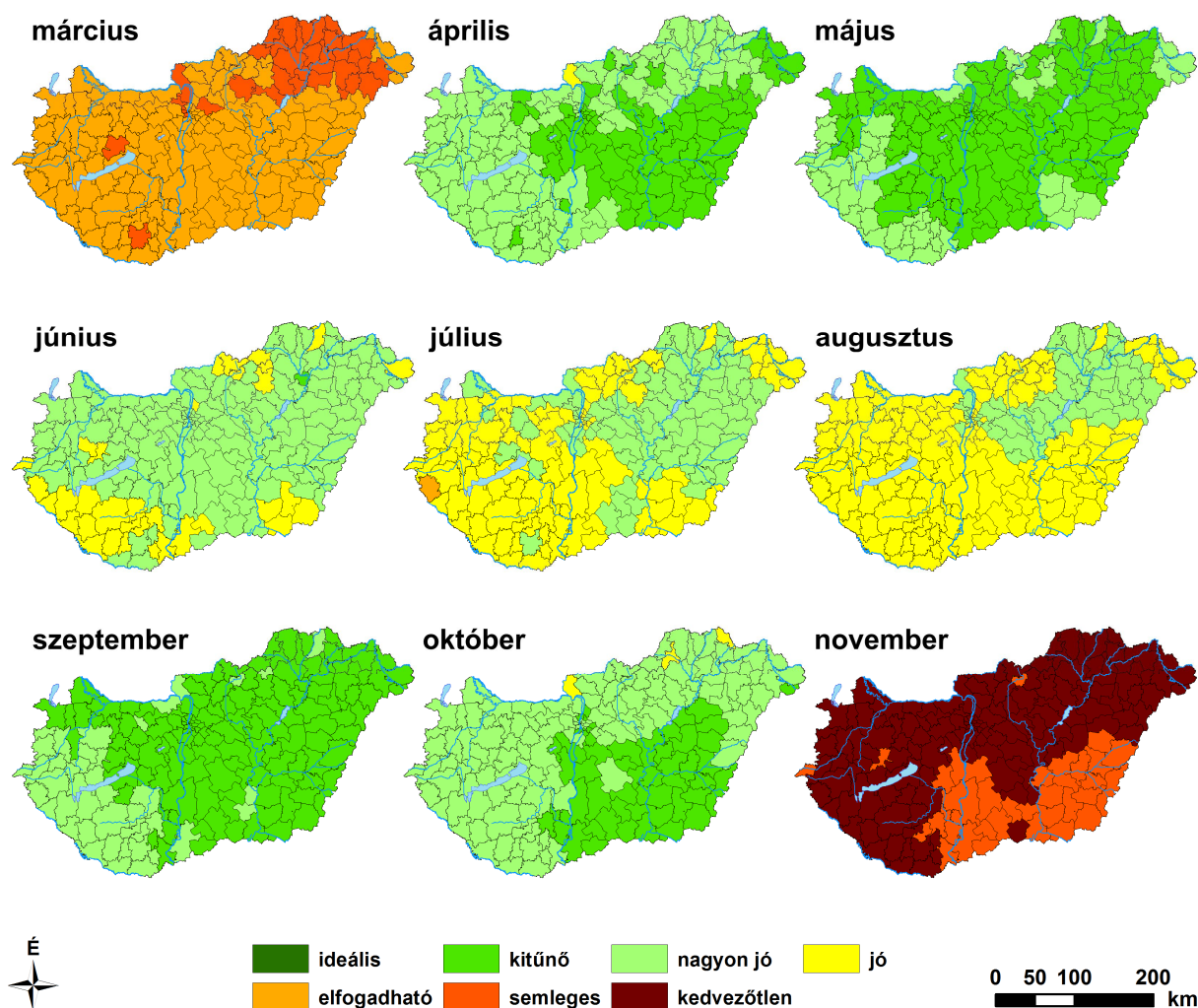
A novemberi és a februári hónapok némileg kedvezőbb viszonyokkal jellemezhetők az említett téli időszakokhoz képest. A „kedvezőtlennek” minősülő járások aránya e két hónapban hasonlóan alakul (14 és 17%), de eloszlásuk eltérő mintázatot mutat: míg novemberben az ország délnyugati területeire összpontosulnak, februárban jóval elszórtabban jelennek meg. Ahogy novembernek a februári, októbernek az áprilisi mintázat feltehető meg, de ez esetben



6.7. ábra: A TCI-kategóriák térbeli eloszlása járásokként havi bontásban az 1961–1990 időszakra vonatkozóan

nemcsak a minősítő kategóriák, hanem azok térbeli eloszlása is rendkívül hasonlóan adódik. Ezekben az időszakokban az ország nagyobb részén – beleértve az egész Alföldet – „jó” körülmények uralkodnak, néhány nyugat-dunántúli és észak-magyarországi járás pedig „elfogadható” klímapotenciállal jellemezhető.

A májustól szeptemberig tartó időszak kedvező feltételeket teremt a TCI-értékelés szerint, ugyanis „kitűnő” értékeléssel jellemezhető területek dominálnak az ország nagyobb részén. Májusban, júniusban és szeptemberben a Dunántúl nyugati területein és néhány északi járásban „nagyon jónak” minősülő területek is előfordulnak viszonylag magas részarányal (42, 20 és 21%), júliusban pedig – ahogyan már említettem – az Alföld nagy részén és a főváros környékén az „ideálisnak” minősülő viszonyok uralkodnak (6.7. ábra).



6.8. ábra: Az mTCI-kategóriák térbeli eloszlása járásonként havi bontásban az 1961–1990 időszakra vonatkozóan

A TCI-kategóriák évi alakulását tekintve a jelen alkalmazási példában is megfigyelhetjük a 6.1., 6.3.a. és 6.3.c. ábrák kapcsán már említett „nyári csúccsal” jellemezhető klímapotenciál-szerkezetet (6.1.1. fejezet). A téli hónapok (elsősorban a december és a január) adódnak a legalkalmatlanabbnak, míg a nyári időszak minősíthető a legkedvezőbbnek. Jelen esetben is megfigyelhető az a további sajátosság, hogy a kedvezőtlen téli viszonyok után tavasszal intenzíven javulnak a körülmények, május és szeptember között hozzávetőlegesen változatlan viszonyok, majd az ősz folyamán nagymértékű visszaesés tapasztalható (6.7. ábra).

Az **mTCI-index** évi alakulása is visszatükrözi a turisztikai célterületek mTCI-alapú értékelésénél megfigyelt eloszlást (6.1., 6.3.b. és 6.3.d. ábra) (6.1.1. fejezet). Hazánk területén a legkedvezőtlenebbnek minősülő hónap az mTCI-értékelés szerint a november, melyet a március követ (6.8. ábra). Novemberben a TCI-hoz képest az mTCI az ország jóval nagyobb területére – a Dél-Alföldet leszámítva szinte az egész országra – jelez „kedvezőtlen” viszonyokat (81%). Márciusban az mTCI mintázata hasonlóan adódik, mint a TCI-é, de ez esetben az mTCI jelez országos viszonylatban kissé kedvezőbb körülményeket. Áprilisban javulás figyelhető meg a turisztikai klimatikus viszonyokban, ami a TCI esetében tapasztaltnál jóval nagyobb mértékű. A javulás tovább folytatódik májusban is, s ekkor már a „kitűnő” területek dominálnak az országban, hasonlóan a TCI esetében megfigyelttekkel. Júniustól szeptemberig az mTCI alakulása már nem követi a TCI-ét, ugyanis egy enyhe, de fokozatos visszaesés ta-

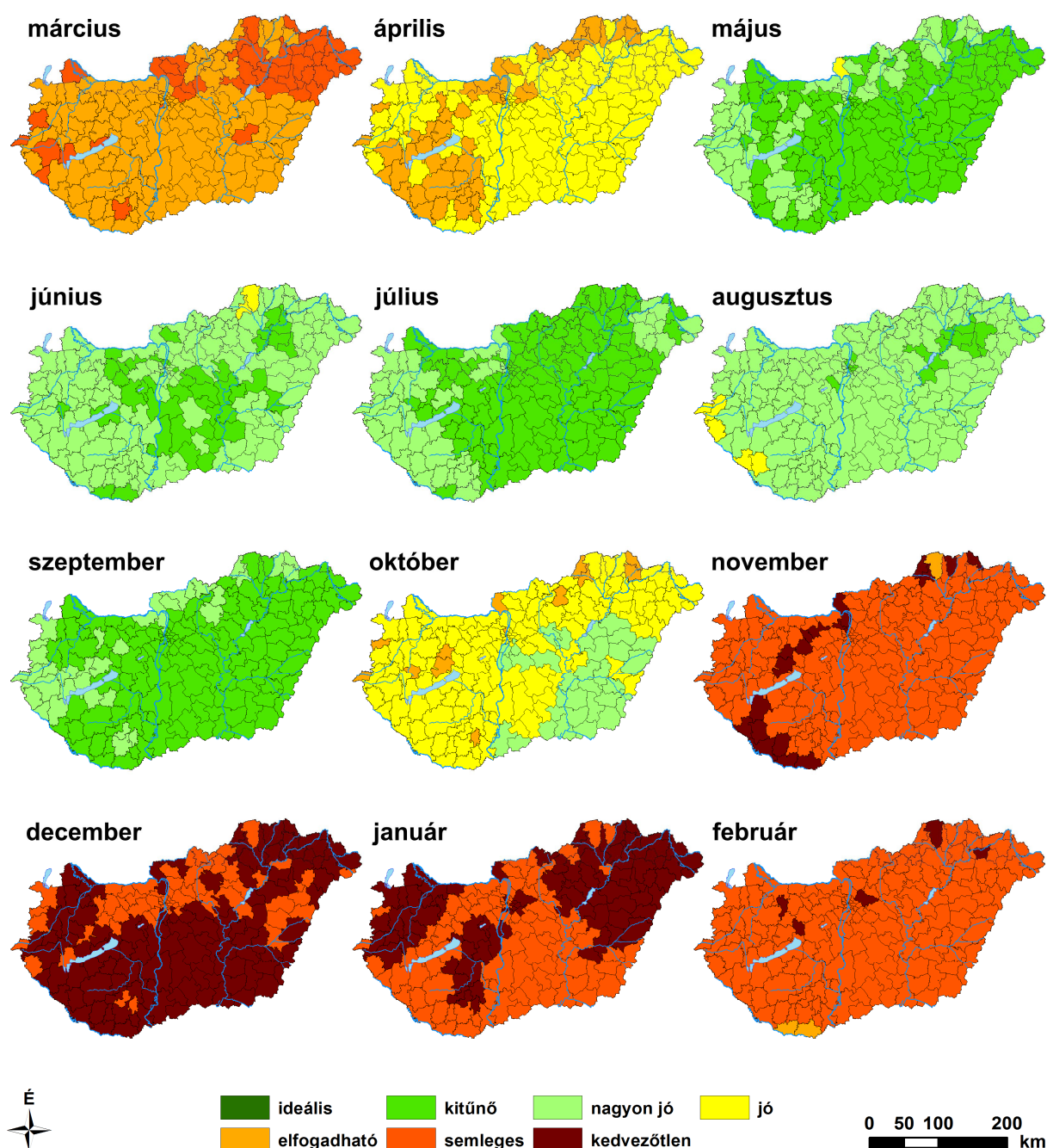
pasztalható (6.7–8. ábra). Megfigyelhető nyáron, hogy fokozatosan növekszik a csupán „jó” minősítéssel jellemezhető területek aránya a „nagyon jó” értékelés rovására (6.8. ábra). Az mTCI-értékelés általában 1–2 kategóriával mutat kedvezőtlenebb körülményeket, mint a TCI (6.7–8. ábra). Szeptemberben fellendülés mutatkozik a klímapotenciál alakulásában, s az ország nagyobb részén már „kitűnő” körülmények mutatkoznak. E javulás által az mTCI mintázata hasonlóvá válik ahhoz, mint ami májusban tapasztalható. Októberben egy enyhe, novemberben pedig egy drasztikus visszaesés figyelhető meg az mTCI-értékelés alapján (6.8. ábra).

6.2.2. A jövőben valószínűsíthető körülmények

A **jövőbeli tendenciák** kapcsán első lépésben jelen esetben is a TCI alakulását elemzem. A **tavaszi** elején, márciusban a TCI az „elfogadhatónak” minősülő területek arányának növekedését jelzi a század közepére (6.9. ábra). A század végére pedig már az ország nagy része ilyen minősítéssel rendelkezhet, sőt a déli járásokban a „jó” viszonyok is megjelennek (6.10. ábra). Áprilisban a század közepére jelentős változás nem valószínűsíthető (6.9. ábra). A későbbi időszakokra pedig tovább növekedhet a „jó” viszonyokkal jellemezhető területek aránya, s csak néhány hegyvidéki járás maradhat „elfogadható” minősítésű (6.10. ábra). Májusban a század közepére kissé növekszik a „kitűnő” körülményekkel rendelkező területek mennyisége (6.9. ábra), a század végére viszont további érdemi változás nem valószínűsíthető (6.10. ábra).

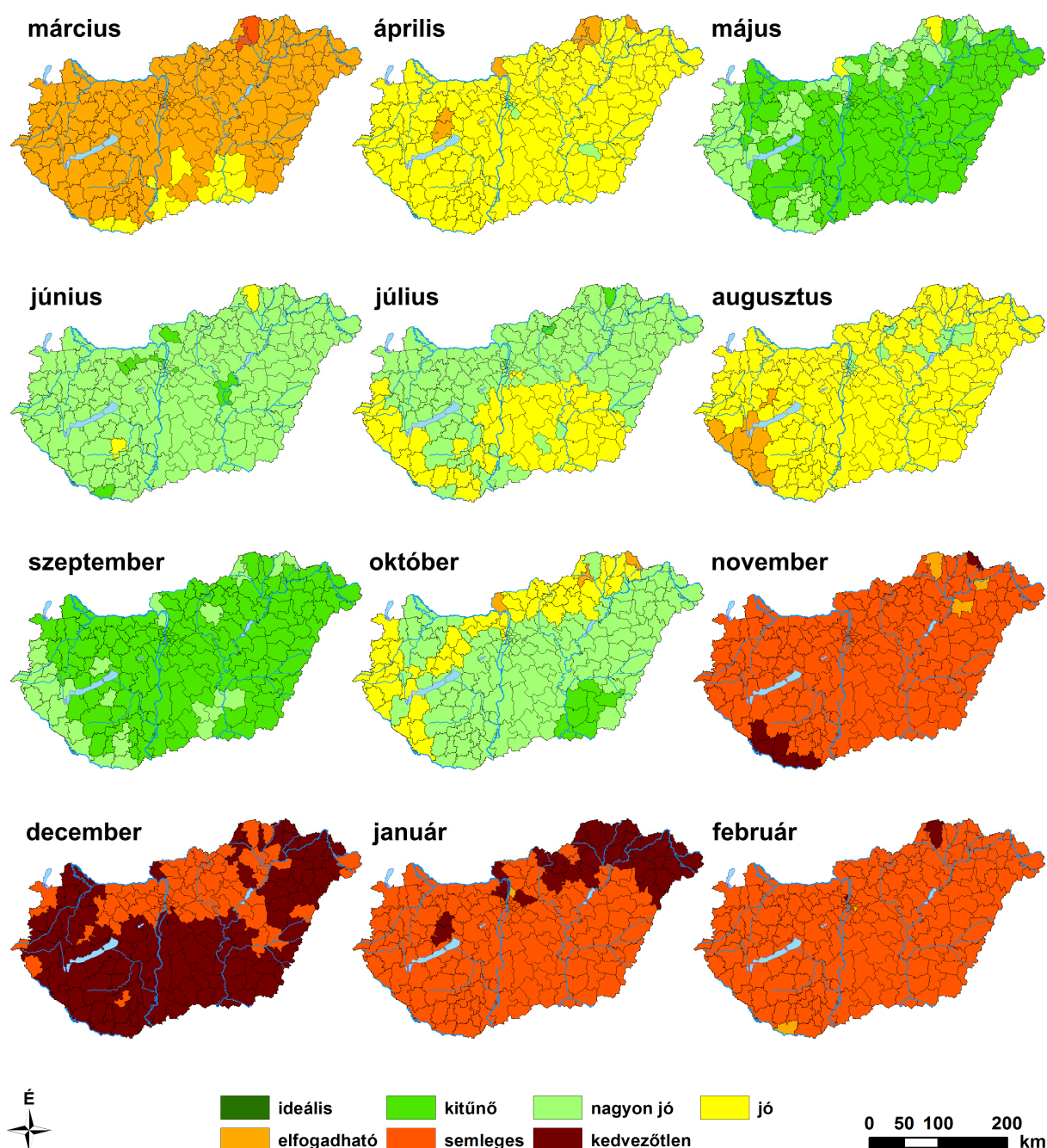
A legnagyobb turisztikai forgalommal rendelkező **nyári időszakban** a tavaszi tendenciával ellentétben kedvezőtlen irányú változásra számíthatunk. Júniusban a „kitűnő” területek aránya csökkenést mutat a század közepére, így az ország nagyobb részén „nagyon jó” körülmények mutatkoznak (6.9. ábra). A későbbi időszakban pedig már csaknem mindegyik járás ilyen viszonyokkal rendelkezhet (6.10. ábra). Júliusban is kedvezőtlen irányú tendencia figyelhető meg, sőt a júniusnál jóval számottevőbb változásra számíthatunk. Az Alföldön megfigyelhető jelenlegi „ideális” viszonyok megszűnnek a század közepére, és a „kitűnő” területek aránya is csökkenést mutat az országban (6.9. ábra). A század végi időszakban pedig további jelentős hanyatlás valószínűsíthető: az ország északi felén „nagyon jónak” minősíthető körülmények jelennek meg, az Alföld nagy részén és a Dunántúl délnyugati részén pedig még egy kategóriával kedvezőtlenebbé válnak a viszonyok (6.10. ábra). Augusztusban is igen kedvezőtlen tendencia figyelhető meg, ugyanis a század közepén a jelenlegi „kitűnő” körülmények helyett az ország nagy részén „nagyon jó” (6.9. ábra), a század végén már csupán „jó” körülményeket tapasztalhatunk, sőt néhány délnyugati járásban megjelennek az „elfogadhatónak” minősülő viszonyok is (6.10. ábra).

Az **ősz** elején, szeptemberben érdemi változás nem várható sem a század közepére (6.9. ábra), sem pedig a század végére (6.10. ábra). Októberben ugyanakkor a klímapotenciál erőteljes javulása valószínűsíthető, s ez jóval számottevőbb, mint bármely tavaszi hónapban. Már a század közepi időszakban is markáns változásnak lehetünk tanúi: az ország nagy részén már „jó” körülmények mutatkoznak, sőt az Alföld egy jelentős része „nagyon jó” minősítésűvé válhat (6.9. ábra). A javuló tendencia folytatódik a század végére is, ráadásul ebben az időszakban már „kitűnő” viszonyok is előtűnnek az Alföld délkeleti részén (6.10. ábra). Novemberben a TCI az ország nagy részén nem vár változást, délnyugaton csökkenhet a „kedvezőtlen” területek aránya (6.9–10. ábra).



6.9. ábra: A TCI-kategóriák térbeli eloszlása járásonként havi bontásban a 2021–2050 időszakra vonatkozóan

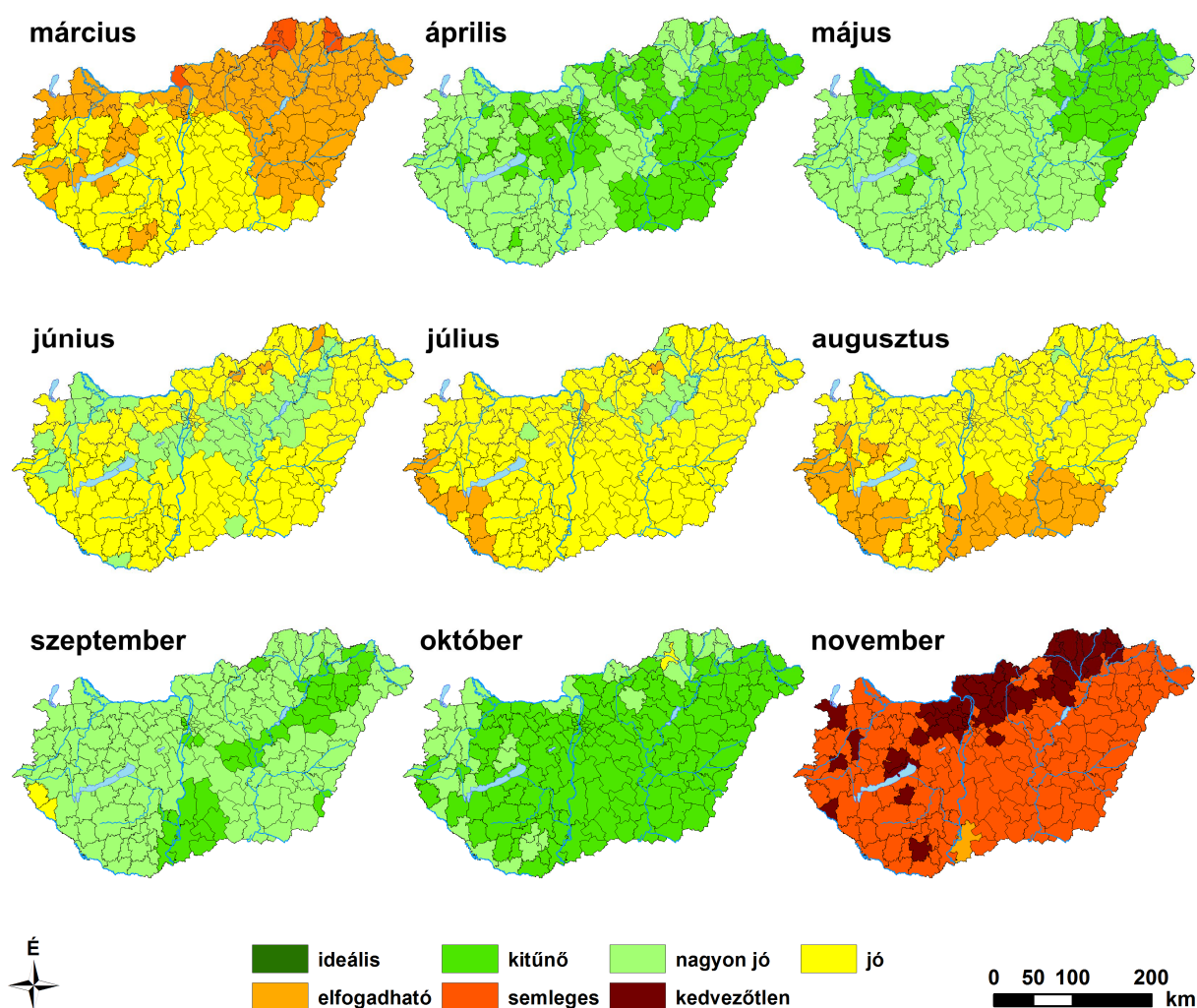
A csak a TCI alapján elemzett **téli időszak** elején, decemberben több – elsősorban északi – járásban már „semleges” viszonyok valószínűsíthetők a jelenlegi „kedvezőtlenek” helyett a század közepén (6.9. ábra), és ennek aránya a későbbi időszakra kissé tovább növekszik (6.10. ábra). Januárban némileg nagyobb mértékű javulás látható, s az ország több mint felén már „semleges” viszonyok várhatók a század közepére (6.9. ábra), a század végén pedig már csak néhány északi-északkeleti járás maradhat „kedvezőtlennek” minősülő (6.10. ábra). Februárban számottevő változás nem várható, a század közepére kissé csökken a „kedvezőtlen” viszonyok aránya, s csak néhány járás maradhat ilyen minősítésű (6.9. ábra). A század végén is hasonló mintázat mutatkozik, a „kedvezőtlen” körülmények gyakorlatilag megszűnnek (6.10. ábra).



6.10. ábra: A TCI-kategóriák térbeli eloszlása járásokonként havi bontásban a 2071–2100 időszakra vonatkozóan

Összegzésként megállapítható, hogy tavasszal változatlanok maradhatnak a turisztikai klimatikus viszonyok, vagy pedig kismértékű (egy kategóriányi) javulásra számíthatunk. Októberben jelentős javulás mutatkozik a TCI mintázata szerint, míg a másik két őszi hónapban nagymértékű változás nem várható. A jelentős turistaforgalommal bíró nyár valamennyi hónapjában kedvezőtlen irányú tendencia figyelhető meg, s a változások júliusban és augusztusban igen nagymértékűek (általában két kategóriányi). Télen kismértékű javulás mutatkozik, amely kedvezhet a szabadidő aktivitás szempontjából.

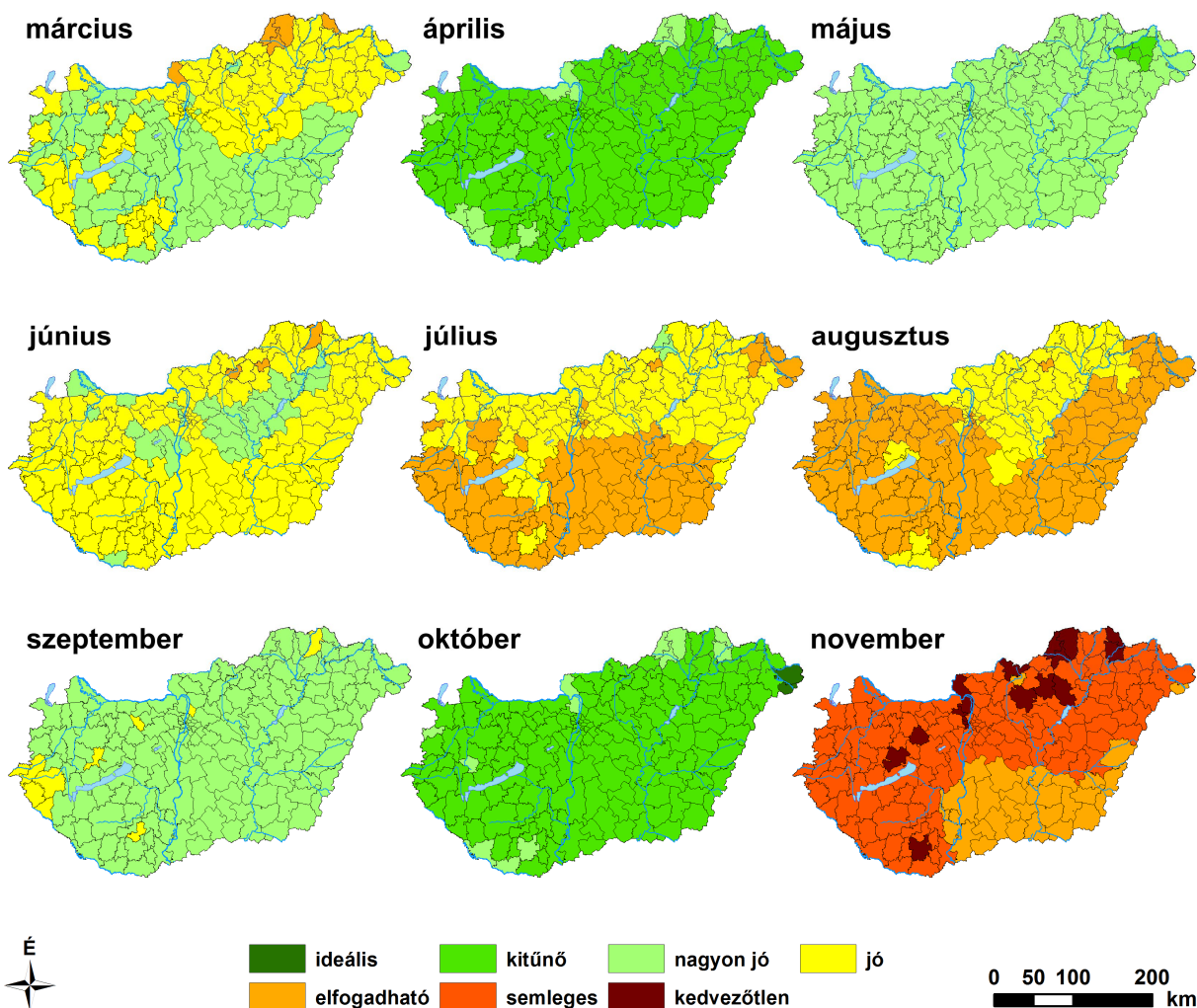
Végezetül rátérünk az **mTCI** alakulásában megmutatkozó tendenciák elemzésére, és vázolom, hogy az mTCI-alapú értékelésben milyen fontosabb eltérések figyelhetők meg a TCI mintázatához képest. **Tavasszal**, márciusban az mTCI mintázata a TCI-hoz hasonlóan javulást jelez, de az ország jelentős részén annál nagyobb mértékben. A század közepén a jelenle-



6.11. ábra: Az mTCI-kategóriák térbeli eloszlása járásonként havi bontásban a 2021–2050 időszakra vonatkozóan

gi „elfogadhatónak” minősülő körülmények helyett a Dunántúl és az Alföld nagyobb részén már „jó” viszonyok valószínűsíthetők (6.11. ábra), a század végén pedig már a „nagyon jó” viszonyok dominálhatnak a déli és nyugati területeken (6.12. ábra). Áprilisban a TCI-hoz hasonlóan egy enyhe javulás várható az mTCI mintázata alapján is. Ekkor a század közepére mindössze egy kismértékű átrendeződés valószínűsíthető (6.11. ábra). Később ugyanakkor az ország nagy területe javulást tapasztalhat, ugyanis a Dunántúlon és az északi járásokban a klímapotenciál az Alföldhöz hasonlóan „kitűnő” lehet (6.12. ábra). Májusban a TCI esetével ellentétes tendencia figyelhető meg, ugyanis a klímapotenciál kismértékű romlása mutatkozik. A század közepi időszakra a „kitűnő” területek aránya csökkenést mutat (6.11. ábra), s a század végén már csaknem mindenhol „nagyon jó” körülmények mutatkoznak (6.12. ábra).

A **nyár** valamennyi hónapjában az mTCI is kedvezőtlen tendenciát mutat, és jelen esetben is júliusban és augusztusban számíthatunk számottevőbb változásra. Júniusban csupán egy enyhébb hanyatlás mutatkozik a korábbi időszakra (a „jónak” minősülő területek aránya növekszik a „nagyon jó” körülmények rovására) (6.11. ábra), a század végére pedig további jelentős változás már nem várható (6.12. ábra). Július folyamán az mTCI a „nagyon jó” területek arányának csökkenését jelzi a század közepére, így az ország nagy részén a „jó” viszonyok dominálhatnak, a Dunántúl délnyugati részén pedig megjelenhetnek az „elfogadható-



6.12. ábra: Az mTCI-kategóriák térbeli eloszlása járásonként havi bontásban a 2071–2100 időszakra vonatkozóan

nak” minősülő viszonyok is (6.11. ábra). A század végére az mTCI mintázata már „elfogadható” körülményeket jelez az ország körülbelül felén, főként a Délnyugat-Dunántúlon és a Dél-Alföldön (6.12. ábra). Az mTCI-kategóriák térbeli mintázata a század végén hasonlóan alakulhat, mint a TCI-é, viszont egy kategóriával kedvezőtlenebb körülményeket jelez (6.10. és 6.12. ábra). Augusztusban is a júliushoz hasonló hanyatlás valószínű, a század közepén még csak a Dél-Alföld és néhány délnyugati járás lehet „elfogadható” (6.11. ábra), a század végére már az ország nagyobbik részén ilyen körülmény valószínűsíthető (6.12. ábra).

Ősszel a tavaszhoz hasonlóan nem ekvivalens mindegyik hónapban a várható tendencia. Szeptemberben a májushoz hasonló változások tapasztalhatók, vagyis kismértékű hanyatlás várható: a „kitűnő” területek megszűnnek, az ország nagy része „nagyon jó” körülményekkel rendelkezhet, s néhány járásban már a „jó” viszonyok is megjelennek (6.11–12. ábra). Az októberi tendencia viszonylag jól párba állítható az áprilissal, ugyanis a század végére a javulás eredményeként az ország nagy részén már „kitűnő” viszonyok lehetnek (6.12. ábra). E pozitív tendencia a TCI esetében is megfigyelhető volt, ám ott jóval nagyobb mértékű változásnak lehettünk tanúi (6.7. és 6.9–10. ábra). Novemberben szintén pozitív tendencia figyelhető meg, ám jelen esetben az mTCI esetében jelentősebb a változás. A század végére a jelenlegi nagy részarányú „kedvezőtlennek” minősülő területek néhány északi járásra szorulnak vissza, a Dél-Alföldön pedig az „elfogadható” viszonyok is megjelennek (6.12. ábra).

7. Diszkusszió

7.1. Az alkalmazott eszközök értékelése a szakirodalom és saját tapasztalatok tükrében

Az elmúlt évtizedekben a turizmust befolyásoló éghajlati feltételek jellemzésére többféle **értékelő eszközt** fejlesztettek ki, az egyszerűbb mérőszámoktól (pl. TCI) egészen a komplexebb mátrixokig és sémákig (pl. CIT, CTIS) (2.2.4. és 2.3. fejezet). A mutatók felépítésüket és kimeneti formájukat tekintve ugyan jelentősen különböznek egymástól, alkalmazásuk célját és a célközönségüket tekintve szigorú prioritási sorrend nem állítható fel közöttük, sokkal inkább úgy tekinthetők, mint **egymás kiegészítői**. Ezért egy turisztikai régió klímapotenciáljának komplex értékelését az eszközök együttes használatával célszerű megvalósítani. Egy ilyen átfogó „elemzés-csomag” lehetővé teszi azt is, hogy a szolgáltatók és a turisták kiválaszthassák a céljaikhoz legalkalmasabb módszert, s így a szolgáltatók optimálisabban tudják kialakítani kínálati elemeik körét, a turisták utazással kapcsolatos döntéshozatala pedig megalapozottabb legyen. Ebben a fejezetben saját tapasztalataim és szakirodalmi kutatásaim alapján sorra veszem, hogy a részletesen vizsgált TCI és CTIS eszközök alapvető tulajdonságai hogyan szolgálják azok alkalmazhatóságát a különféle célokra (7.1. táblázat). Az elemzett hazai és külföldi területekre vonatkozó TCI értékelő pontok és CTIS-táblázatok – helyszínenkénti bontásban – megtekinthetők a 6.2., 6.4. és a Függelék 3–11. ábrákon, melyeken jól nyomon követhető az adott terület értékelése a különböző szempontrendszer szerint.

7.1. táblázat: A Turisztikai klíma index (TCI) és a Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) mint egymást kiegészítő értékelő eszközök (Kovács et al. 2016)

Szempont	TCI	CTIS
Kimenet formája	egyetlen számérték (ami al-indexekre bontható)	gyakorisági mátrix bármilyen (bio)klimatológiai körülményre
Releváns új változó hozzáadása / szükségtelen változó eltávolítása	nem lehetséges	lehetséges
Térképezés	lehetséges	nem lehetséges (javaslatom: kereshető rá megoldás, lásd lejjebb)
Időbeli felbontás módosítása	lehetséges	lehetséges
Komponensek (termikus, fizikai, esztétikai) módosítása/validálása	lehetséges	lehetséges

A TCI a turizmus számára releváns klimatológiai változókat **súlyozva, additív módon, egyetlen mérőszámba** integrálja (2.3.1. fejezet), ami a **legkompaktabb** és leggyorsabb módja annak, hogy egy terület klimatikus viszonyairól tájékozódni tudjunk (7.1. táblázat). A módszer előnyös lehet azon felhasználók számára, akik nem kívánnak hosszú időt szánni az információszerzésre. A TCI mérőszám jellegéből is következik, hogy **könnyedén térképezhető**, így egy adott régió viszonyairól **átfogó képet** tud szolgáltatni, ebből következően kifejezetten jól használható a tájékozódás kezdeti, áttekintő jellegű fázisában. Az indexet széles körben alkalmazzák a jelen és a jövőben várható turisztikai klimatikus viszonyok térképi

megjelenítésére (pl. *Mieczkowski 1985, Scott et al. 2004, Amelung et al. 2007, Farajzadeh and Matzarakis 2009, Perch-Nielsen et al. 2010, Kovács et al. 2017*).

Természetesen a TCI számérték volta lehetővé teszi az **egyes desztinációk klímapotenciáljának értékelését** is (pl. *Scott et al. 2004, Amelung and Viner 2006, Németh 2013, Kovács et al. 2016, Roshan et al. 2016a*). A kompakt kifejezésmód azonban nem alkalmas arra, hogy külön-külön, részletesen tanulmányozhassuk az egyes klimatológiai körülményekben (pl. csapadékmennyiség, szélsébség) mutatózó sajátosságokat. Ráadásul nem biztos, hogy mindegyik paraméter ugyanolyan fontossággal bír a különböző felhasználók számára. Ebből a szempontból kifejezetten előnyös, hogy a TCI számértéke **felbontható az alegységeinek** (*Cld, Cla, R, S és W*) **értékeire**, így a felhasználók igényei szerint olyan formába hozható, mely által **részletesebben át lehet tekinteni**, az egyes tényezők miként járulnak hozzá az általános sajátosságok kialakításához az adott desztinációban (*6.2. ábra, Függelék 3.a–11.a. ábra*). Szakirodalmi kutatásom során ugyanakkor mindössze *Scott and McBoyle (2001), Farajzadeh and Matzarakis (2009)* és *Whittlesea and Amelung (2010)* munkájában találtam erre példát.

Egyes desztinációk részletes vizsgálatára rendeltetésénél fogva alkalmas eszköz a CTIS, amely a relevánsnak ítélt klimatológiai és bioklimatológiai események **gyakoriságának** ábrázolásán alapul (*2.3.3. fejezet*). Ebből kifolyólag ezt az eszközt több tanulmány alkalmasabbnak minősítette a klímapotenciál értékelésére, mint a TCI additív jellegű megközelítését (pl. *Matzarakis 2007, 2014, de Freitas et al. 2008, Rutty 2014*). A CTIS a kiválasztott események előfordulási valószínűségét egy **színkódolt táblázat** formájában jeleníti meg. A szoftverben rendelkezésre álló különféle színkódolási opciók lehetővé teszik az összetett információhalmaz könnyebb megértését (*2.8., 6.4. ábra, Függelék 3.b–11.b. ábra*). Az eszköz lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy önmaga döntse el, mely körülménynek szán nagyobb jelentőséget, s melyet tart kevésbé relevánsnak (pl. inkább a napsütés vagy a csapadék mennyisége fontosabb a számára, vagy pedig a termikus körülmények, s azon belül is inkább a hőstresszes vagy pedig a hidegstresszes körülményekre érzékenyebb).

Ehhez a ponthoz kapcsolódóan szót kell ejteni a CTIS-nek arról a további flexibilis tulajdonságáról is, hogy szabadon **bele lehet foglalni** vagy **el lehet hagyni** belőle bármilyen **éghajlati paramétert**, attól függően, hogy mennyire tartja őt a felhasználó relevánsnak az adott területen vagy az egyes turisztikai tevékenységek esetében (*Matzarakis 2007, 2014, Lin and Matzarakis 2008, Zaninovic and Matzarakis 2009*). A dolgozatban vizsgált helyszínek számára például a sípotenciál vizsgálata egyáltalán nem bír gyakorlati jelentőséggel, így elhagyható az értékelésből. A CTIS-sel ellentétben a TCI esetében **nincs lehetőség** ily módon figyelembe venni az egyéni igényeket (*7.1. táblázat*).

A fenti számos pozitív tulajdonság mellett a CTIS egy jelentős gyakorlati hátrányaként ki kell emelni, hogy a TCI-al ellentétben kimenete **térképes formában nem jeleníthető meg** (*Zaninovic and Matzarakis 2009*) (*7.1. táblázat*). Személyes tapasztalataim alapján azonban úgy vélem, hogy a TCI alkalmazásainak analógiájára a CTIS esetében is elérhető többféle felhasználási terület, csak ez esetben éppen az ellenkező irányból kell elindulni a továbbfejlesztéshez. Míg a TCI esetében az alapvetően kompakt, térképi ábrázolásra alkalmas indexet (pl. *6.7. ábra*) al-indexeire bontva használhatjuk különböző desztinációk részletező, összehasonlító vizsgálatára (pl. *6.2. ábra*), a CTIS sokrétű információi is összevonhatók lehetnek néhány vagy csupán egyetlen számértékbe. Például az egyes klimatológiai eseményekhez tartozó gyakorisági cellaértékeket súlyozhatjuk a jövőben aszerint, hogy az adott célközönség

egy bizonyos tevékenység esetében mennyire tartja fontosnak az adott körülményt. A súlyozott cellaértékek természetesen ezután is konvertálhatóak lehetnek például az „ideálistól” a „kedvezőtlen” minősítésig terjedő diszkrét kategóriákra. Ezek alapján megalkotható egy a TCI al-indexekhez hasonló ábrázolási forma (6.2. ábra, Függelék 3.a–11.a. ábra), melyen a különböző tényezők (pl. a neutrálisnak érzett körülmények) előfordulásának súlyozott gyakorisága szerepelne. Sőt, további összevonásokkal desztinációnként akár egyetlen számértékig is eljuthatunk, amely azután alkalmas lehet olyasfajta áttekintő, regionális térképezésre, melyet a TCI esetében bemutattam (pl. 6.7. ábra). Bizonyos személyiségtípus számára előnyösebb lehet ez a fajta megjelenítés a CTIS-táblázat aprólékos tanulmányozásához képest. Az említett súlyértékek hiteles meghatározásához természetesen egy hosszú távú kérdőíves felmérés kivitelezése lenne szükséges.

A vizsgált eszközök **időbeli felbontásának** tekintetében elmondható, hogy a CTIS bázisát általában tíznapos (dekádós) gyakoriságok alkotják, és megjelenítése is tíznapos intervallumonként történik (havi bontású használatát mindössze *Endler et al. 2010*, *Ketterer and Matzarakis 2010*, valamint *Farajzadeh and Matzarakis 2012* tanulmányában azonosítottam). Munkám során jómagam is tíznapos megjelenítést alkalmaztam a turisztikai célterületek értékeléséhez. A dekádós ábrázolást azért tartottam fontosnak, mert sokkal közelebb áll egy átlagos üdülés tipikus időtartamához, és így jobban igazodik a felhasználók igényeihez, mint a havi megjelenítés (3.1. fejezet). Az időbeli felbontása miatt a TCI-t gyakran kritika éri (3.1. fejezet). Szakirodalmi kutatásaim során – *Perch-Nielsen et al. (2010)* munkájának kivételével – jómagam is csak olyan tanulmányokat azonosítottam, melyekben a TCI-számítás alapját havi meteorológiai adatok képezték, és a TCI-eredményeket havi bontásban jelenítették meg. Munkámban bizonyítottam, hogy a TCI esetén is finomítható az időbeli felbontás, és dekádós átlagokat képezve tíznapi bontásban jelenítettem meg eredményeimet, mely összhangban van a CTIS-el (6.1.1. fejezet). Meglátásom szerint *Mieczkowski (1985)* értékelő pontrendszerének változatlan formájú használata – az időbeli felbontás tekintetében – helyénvalónak tekinthető a dekádós átlagok képezésekor is. A csapadék al-index esetében viszont mindenképpen szükséges volt az értékelő pontrendszerben alkalmazott módosítás, mivel ez a tag a csapadék összmenyiségén alapul, melynek minősítéséhez természetesen más és más küszöbértékek szükségesek az időbeli léptéktől függően (4.2.1. fejezet). A TCI-t alkalmazó szakirodalomban csupán *Perch-Nielsen et al. (2010)* munkájában találkoztam havi bontásnál finomabb alkalmazással. A tanulmányban a szerzők napi meteorológiai adatokból indultak ki, az eredményeket pedig vagy havi TCI-átlagok formájában jelenítették meg, vagy a napi TCI-értékeket kategorizálták, s havi bontásban vizsgálták annak alakulását (pl. január folyamán az „elfogadhatónak” minősülő napok számát). Összegzésként megállapítható, hogy mindkét értékelő eszköz lehetővé teszi az időbeli felbontás módosítását (7.1. táblázat), amelyre természetesen kitüntetett figyelemmel kell lenni az átlagok és a gyakoriságok képezésekor, és a TCI csapadéértékelő pontrendszerének alkalmazásakor.

Mindkét módszer alkalmas arra, hogy a **helyi lakossághoz vagy a turistákhoz adaptáljuk** őket, figyelembe véve a szubjektív reakcióikat adott tevékenységek esetében (7.1. táblázat). E folyamat a TCI esetében új értékelő pontrendszerek, a CTIS kapcsán pedig új kategóriahatárok és/vagy küszöbértékek felállítását igényli az egyes komponensekre vonatkozóan. Mivel a dolgozat egyik legfontosabb célját a TCI és a CTIS magyar lakossághoz való adaptálása jelentette, a következő alfejezetben áttekintem az adaptálás és a véghezvitt módszertani fejlesztés újszerűségét, valamint azok nemzetközi alkalmazási lehetőségét.

7.2. A módszertani fejlesztés és az adaptálás értékelése, valamint nemzetközi alkalmazhatóságuk

Munkám során a TCI és a CTIS termikus komponenseit vetettem vizsgálat alá. Ez a TCI esetében a nappali komfortindex (*Cld*) és a napi komfortindex (*Cla*) tagokat, míg a CTIS esetében a termikus stressztől mentes, a hőstresszes, valamint a hidegstresszel rendelkező körülményeket jelentette. A **TCI termikus al-indexeit egyrészt módszertanilag fejlesztettem, másrészt a hazai lakosokhoz igazítottam**. A munka gyakorlatilag két nagyobb lépést foglalt magában: (i) a PET integrálását a termikus al-indexekbe, valamint (ii) egy olyan PET-alapú értékelő pontrendszer kidolgozását, mely a hazai lakosság hőérzetében megnyilvánuló sajátosságokat tükrözi. A **CTIS** kapcsán a végrehajtott feladat némileg egyszerűbb volt, mivel a termikus komponensei már eleve a PET-indexen alapulnak. Így csupán egy bizonyos populációhoz, illetve tevékenységformához – jelen esetben a **magyar lakosokhoz és a városi turizmus körébe eső aktivitásformákhoz** – történő **adaptálást** kellett megvalósítani a PET-küszöbértékek módosítása által. Az új PET-határértékek definiálása után pedig a magyar lakosság által neutrálisnak, hűvös–hidegnek és meleg–forrónak érzett termikus viszonyok gyakoriságait kellett meghatároznom.

A **TCI-t**, illetve bármely komponensét tudomásom szerint mind ez idáig nem kísérelték meg **adaptálni** adott populációhoz. A TCI-tagok **elméleti korszerűsítése** kapcsán meg kell említeni, hogy az effektív hőmérséklet helyett néhány tanulmány az ún. „látszólagos hőmérsékletet” (Apparent Temperature – AT, [Steadman 1979, 1984](#)) alkalmazta ([Scott and McBoyle 2001](#), [Scott et al. 2004](#), [Amelung 2006](#), [Amelung and Viner 2006](#), [Perch-Nielsen et al. 2010](#)). Az idézett tanulmányok – [Amelung \(2006\)](#) kivételével – az AT használatának tényét pusztán megemlítik, annak módszertanáról – például hogy milyen összefüggést és értékelő pontrendszert használtak – viszont nem szólnak. [Amelung \(2006\)](#) ugyanakkor közölte az általa használt AT-formulát, és megemlítette, hogy a [Mieczkowski \(1985\)](#)-féle ET értékelő pontokat változatlan formában használta az AT-értékek minősítésére is. A [Steadman \(1984\)](#) által megalkotott négy összefüggés közül – feltehetően az egyszerűsége folytán – a beltérre kifejlesztett AT-változatot használta, amely pusztán a léghőmérsékleten és a gőznyomáson alapul, s így mai tudásunk szerint már korszerűtlennek számít. Az általam alkalmazott PET-index minőségi javulást hoz a TCI számára, mivel a PET valamennyi termofiziológiailag releváns tényező hatását figyelembe veszi ([2.2.4](#), [3.1](#) és [4.1.1. fejezet](#)).

A nemzetközi szakirodalomban több példa is azonosítható, hogy az egyes **PET-tartományokhoz új küszöbértékeket** rendelnek hozzá egy adott klimatikus adottságú területen élő populáció szubjektív reakcióinak felhasználásával ([Függelék 1. táblázat](#)). (A szubjektív reakció ez esetben általában kérdőíves formában felmért hőérzet vagy pedig a termikus viszonyokkal kapcsolatos elégedettség/elégedetlenség aránya a lakosság körében.) A PET-kategóriahatárokat a helyi lakosok szubjektív reakciói alapján újraskálázták például Tajvan ([Lin and Matzarakis 2008](#)), Szingapúr és Délkelet-Kína ([Yang et al. 2013b](#)), Észak-Kína ([Lai et al. 2014](#)), valamint Izrael területére ([Cohen et al. 2013](#), [Pearlmutter et al. 2014](#)) ([Függelék 1. táblázat](#)). Szakirodalmi áttekintésem alapján ugyanakkor a turisztikai klimatikus viszonyok jellemzésére mind ez idáig csak [Lin and Matzarakis \(2008\)](#) alkalmazott helyi lakosokhoz adaptált küszöbértékeket. A tanulmányban – a munkámhoz hasonlóan – a **CTIS** termikus komponenseiben a helyi (tajvani) lakosság szubjektív reakcióihoz igazított PET-küszöbértékeket használtak. Az új kategóriahatárokat kérdőíves úton gyűjtött adatokból vezet-

ték le, de nem hőérzetadatból (TSV vs. PET függvénykapcsolatból) kiindulva, hanem a lakosok termikus viszonyokkal kapcsolatos elégedettségét/elégedetlenségét felmérő kérdésre alapozva (melynek százalékos arányát ábrázolták a PET függvényében). A kategóriahatárok levezetése ugyanakkor teljes mértékben önkényes volt: adatesztétikai okokból a 88%-os elégedettségi arány jelölte ki a stresszmentes kategóriát (26–30 °C), majd pedig ugyancsak önkényesen 4–4 °C-onként jelölték ki mindkét irányban az egyes hőérzeti kategóriahatárokat (pl. az „enyhén hűvös” kategóriát a 22–26 °C-os, az „enyhén meleget” pedig a 30–34 °C-os tartomány adta). További problémákat fedeztem fel a nomenklatúra szintjén is, ugyanis a levezetett szubjektív elégedettséget/elégedetlenséget tükröző PET-kategóriákra időnként mint termikus stressz-, időnként mint hőérzeti kategóriák hivatkoznak. A CTIS-be foglalt új küszöbértékek esetén pedig következetesen stresszkategóriákat említenek (pl. hidegstressz, hőstressz). Mindkettő elnevezés helytelen.

Munkám során a TCI és a CTIS termikus tagjainak adaptálását a magyar lakosság szabad-téri (városi környezetbeli) hőérzeti mintázatainak figyelembevételével végeztem el, mégpedig évszakosan differenciálva. Az adaptálás azonban **más földrajzi környezetben (más klímazónán) élő populációkra** és természetesen **más tevékenységformákra is kiterjeszthetők**, figyelembe véve a helyi klimatikus körülményekhez alkalmazkodott lakosság szubjektív reakcióit. A módszerek egy kiterjedt adatbázis létrehozását igénylik, amely hosszú távú, szabad-téren kivitelezett humánkomfort-felmérés segítségével valósítható meg, kérdőíves interjúk és párhuzamos meteorológiai mérések útján. A vizsgálat kiterjeszthető bármelyik évszakra vagy akár a teljes évre, amennyiben az az adott területen releváns. Egy következő vizsgálati lépés lehet – melyet a szegedi adatbázis egyelőre nem tett lehetővé – a fenti módszertant alapul véve hiteles TCI-pontrendszerek és CTIS-küszöbértékek felállítása az éghajlat fizikai (pl. csapadék, szélsébség) és esztétikai (pl. napsütés) aspektusaira.

A közelmúltban Tajvanon kidolgoztak egy új, kétlépcsős módszertant az éghajlati körülményekkel való elégedettség értékelésére („Customized rating assessment of climate suitability” – CRACS, [Lin et al. 2015](#)). E módszertan úgyszintén alkalmazható az éghajlat mindhárom aspektusára és nemzetközi szinten kiterjeszthető, amennyiben rendelkezésre áll hozzá komplex meteorológiai mérésekből és kérdőíves eredményekből álló adatbázis. A legfontosabb újítás a turisztikai klimatológiai szakirodalom tükrében annak kihangsúlyozása, hogy a klíma valamennyi aspektusának értékelését egy adott népcsoport (pl. a tajvani lakosság) szubjektív reakcióihoz szükséges igazítani. Az idézett tanulmány módszertanának első lépcsője az ún. „személyre szabott elégedettséget” értékelő rész, melyben egy adott területen a releváns termikus, fizikai és esztétikai jellegű éghajlati eseményekre a helyi lakosok szubjektív reakcióin alapuló küszöbértékeket kell meghatározni, majd a gyakoriságokat egy adott időbeli bontásban (pl. dekádok) a CTIS-hez hasonló táblázatos formában ábrázolni. A szerzők hangsúlyozzák, hogy amennyiben az adatbázis nagysága és minősége lehetővé teszi, a statisztikai analízis előtt célszerű a mintát kettébontani, mégpedig az egyes éghajlati körülményekkel kapcsolatos preferenciák alapján. Például külön meg kell határozni a meleget és a hűvöset preferáló csoportokhoz tartozó küszöbértékeket, vagy szintén felbontható az adott minta a napsütést kedvelő, valamint a felhősebb viszonyokat preferáló alcsoportokra is. A táblázatos megjelenítést célszerű az adott preferencia vonatkozásában a terhelőbb (kellemetlenebb) körülményekre elvégezni, mert ennek ismerete az adott egyén számára nagyobb információ-tartalommal bír (pl. a hűvösebb körülményeket kedvelők számára a hőstressz, a túl magas hőmérséklet, a túl magas napfénytartam mint kellemetlen viszonyok gyakoriságát meghatározni és

szemléltetni). A CRACS másik blokkja az első részre épül, és az éghajlati viszonyokkal kapcsolatos általános elégedettséget értékeli egy adott területen élő népcsoport esetében. A végeredmény ebben az esetben egy-egy százalékban kifejezett elégedettségi arány mindegyik időszakra, amely együttesen tükrözi a populáció valamennyi körülménnyel kapcsolatos elégedettségét. Minél nagyobb a számérték, annál nagyobb az elégedetlenség aránya, így egyre kevésbé tekinthető komfortosnak az adott időszak.

A munkámban bemutatott, helyi lakosokra (jelen esetben a magyar emberekre) **adaptált TCI és CTIS eszközök alkalmazásával** lehetőség nyílik rá, hogy a különböző területek klímapotenciálját az odautazó, az otthoni klimatikus körülményekhez szokott lakosság szemszögéből elemezhesük. Az adaptált eszközök információt nyújthatnak a turisták számára oly módon, hogy – jelen esetben – a hőérzetükkel kapcsolatos jellemzőiket alapul véve kiválaszthatják a számukra legkedvezőbb utazási időszakot és célterületet. Ilyen megfontolásból néhány példát mutattam be a TCI, az mTCI és a CTIS alkalmazására, melyhez hazai és külföldi turisztikai desztinációk éghajlati adatait, valamint rácspontra vonatkozó mérési és klímadatokat használtam fel (6. fejezet). Az értékelések minden esetben könnyed szabadidő tevékenységekre vonatkoznak, mint például városnézés, vásárlás, látnivalók meglátogatása. Más tevékenységek (pl. tengerparti turizmus) esetében az adott cselekményben részt vevő látogatók értékeléséről kell információval rendelkezünk, mivel ez a különböző tevékenységet folytatók esetében jelentősen eltérhet.

7.3. Az alkalmazási példák értékelése a szakirodalom és a gyakorlati szféra tükrében

Az alkalmazási példák eredményeivel (6. fejezet) kapcsolatban szükségesnek (és a turisztikai klimatológia szakirodalmának szintjén hiánypótlónak) tartom, hogy **nemzetközi viszonylatban is tárgyaljam** az egyes megállapításokat. Az adaptált eszközök esetében (mTCI és a CTIS módosított része) természetesen erre nincs lehetőségem, így gyakorlatilag az eredeti TCI-t, valamint a CTIS bizonyos komponenseit lehetne összevetni a szakirodalmi eredményekkel. Ez irányú törekvéseim során azonban számos **problémába** ütköztem, melyek nemcsak megnehezítik, hanem sok esetben ésszerűtlen feladattá is teszik az eredmények összevetését a korábban publikált eredményekkel. Ez nemcsak a saját munkám vonatkozásában, hanem gyakorlatilag valamennyi irodalom összevetésével kapcsolatban is érvényes. A hiteles összevethetőséget egyfelől akadályozza a turisztikai klimatológiai mutatók meghatározásához használt kiindulási adatbázisok eltérése (alapadatok, modellek, vizsgálati időszakok), másrészt a sokrétű adatfeldolgozási és -elemzési módszer, valamint az eredmények eltérő megjelenítése (térképezés, skálázás, különböző időbeli lépték). Sok esetben az alapinformációk hiányossága is nehezíti az összehasonlítást. Mivel az alkalmazási eredményeim nemzetközi példákkal való direkt összevetése szakmailag kifogásolható lenne, csupán **bizonyos tendenciákra** fókuszálok, és csak az **eredeti TCI-ra** szorítkozom e fejezetben.

Eredményeim alapján a **jelenlegi klimatikus viszonyok** között vitathatatlanul a nyár rendelkezik a legkedvezőbb turisztikai klimatikus körülményekkel („nyári csúcs”), és a tél mutatkozik a legkedvezőtlenebbnek, mind a vizsgált hazai és európai célterületek (6.1. és 6.3.a., c., e. ábra), mind a teljes hazai viszonyok esetében (6.7. ábra). E megállapítás összhangban van az évszakos TCI-viszonyokat is taglaló európai és észak-amerikai tanulmányokkal (Scott and McBoyle 2001, Scott et al. 2004, Amelung and Viner 2006, Hein et al. 2009, Perch-Nielsen et al. 2010, Németh 2013). A Madrid és Szaloniki térségére kapott enyhén bimodális

évi menet (6.3.e. ábra) sem meglepő annak fényében, hogy a nyári csúccsal jellemezhető európai és amerikai térségektől délre övezetes elterülésben rendre bimodális jellegű városokat vagy területeket találunk (Scott and McBoyle 2001, Scott et al. 2004, Amelung and Viner 2006, Hein et al. 2009, Perch-Nielsen et al. 2010). A vizsgált tanulmányok közül Amelung and Viner (2006), valamint Perch-Nielsen et al. (2010) már kifejezetten a mediterrán térség bizonyos területeire (pl. spanyol félsziget) is kimutatott egy enyhén bimodális évi menetet. Madrid és Szaloniki térségére az északabbi területekhez képest csaknem egész évben kedvezőbb viszonyokat kaptam (6.3.a., c., e. ábra), ami úgyszintén jól illeszkedik az Európában megfigyelt övezetes eloszlású abszolút TCI-tendenciákhoz (Amelung et al. 2007, Hein et al. 2009, Perch-Nielsen et al. 2010, Amelung and Moreno 2012).

A **jövőben várható viszonyok** tekintetében az európai és észak-amerikai tanulmányok hasonló álláspontot képviselnek (2.2.2. fejezet), amely szerint az övezetesen elterülő nyári csúcsú és bimodális területek várhatóan északabbra húzódnak a jövőben. Ez maga után vonja azt, hogy Európában a déli területek (mediterrán térség) jelenlegi nyári csúccsal (vagy esetleg még csak nagyon enyhén bimodális viszonyokkal) rendelkező területei egyre erőteljesebben bimodálissá válhatnak. Évszakos szinten ez azt jelenti, hogy a jelenleg nyáron igazán kiválónak (s Európában az egyik legkedvezőbbnek) mutakozó mediterrán térségben éppen a fő turistaszezont képező nyári időszakban erőteljes visszaesés várható. Ezzel szemben az átmeneti évszakokban és esetleg télen kedvezőbb körülmények adódhatnak. Az észak-európai és észak-amerikai területeken viszont éppen nyáron számíthatunk javulásra, amely több vizsgálat szerint a tavasz és az őszi jelentős hányadára is kitolódhat (Scott and McBoyle 2001, Scott et al. 2004, Amelung and Viner 2006, Amelung et al. 2007, Nicholls and Amelung 2008, Hein et al. 2009, Perch-Nielsen et al. 2010, Amelung and Moreno 2012). Megemlítem, hogy egy-egy pesszimistább forgatókönyvvel végzett modellkísérlet a század végére már egyes észak-európai és észak-amerikai területeken is a nyári körülmények kismértékű hanyatlását jelzi (nyári csúcsból átmenet egy enyhe bimodális szerkezetbe) (Scott and McBoyle 2001, Scott et al. 2004, Nicholls and Amelung 2008, Perch-Nielsen et al. 2010). A magyar körülményekre kapott, jövőbeli TCI-viszonyokat taglaló eredményeim ismét jól illeszkednek az európai és észak-amerikai tendenciákhoz (6.9–10. ábra). Hazánk a földrajzi elhelyezkedéséből adódóan egyfajta átmenetet képezhet az északi és a déli területeken mutakozó évszakos tendenciák között. Eredményeim szerint hazánkban a 21. század folyamán télen, tavasszal és ősszel változatlanok maradhatnak a viszonyok, vagy kisebb-nagyobb mértékű javulás várható. E tendencia megegyezik az Európa és Észak-Amerika középső területein megfigyelhető eredményekkel az említett három évszakban. A hazánkban a nyári időszakban mutakozó jelentős visszaesés szintén összhangban van a szakirodalommal, ugyanis a mediterrán térségben mutakozó erőteljes negatív tendencia – általában kisebb mértékben – még hazánk tágabb térségében is megjelenik (Amelung and Viner 2006, Amelung et al. 2007, Hein et al. 2009, Amelung and Moreno 2012, Perch-Nielsen et al. 2010).

A jövőre vonatkozó saját következtetéseim és szakirodalmi eredmények értékelése és összevetése során szem előtt kell tartani azt is, hogy azok csupán **egy-egy lehetséges forgatókönyvet** jelentenek, s nem a várható viszonyok biztos előrejelzéseiként szolgálnak. A klíma-modellekre alapozott projekciók ugyanis minden esetben **bizonytalansággal** terheltek, ami az éghajlat természetes változékonyságából és a modellbe foglalt fizikai folyamatok közelítő jellegű leírásából ered. Emellett nem rendelkezünk biztos információval arra vonatkozóan sem, hogy az éghajlati rendszerre hatással bíró társadalmi-gazdasági folyamatok a jövőben

hogyan alakulhatnak. A jövőbeli éghajlati viszonyok (és hatások) megismeréséhez figyelembe kell venni a projekciók (és hatásvizsgálatok) bizonytalanságait, melyek számszerűsítését több modellre és forgatókönyvre alapozva lehet megtenni. E módszer biztosíthatja, hogy kiegyensúlyozottan megjelenjenek a különböző forgatókönyvek megválasztásából, a regionális klímamodellek eltéréseiből vagy a regionális modellek számára határfeltételt szolgáltató globális klímamodellekből származó bizonytalanságok. Egy optimális szimulációegyüttes legalább 8–10 körütekintően kiválasztott tagot tartalmaz (Szépszó *et al.* 2016).

A 4.2.2. fejezetben ismertettem, hogy a KRITÉR projekt keretében született eredményeim (6.7–12. ábra) egyetlen forgatókönyvre (SRES A1B) végrehajtott egyetlen modellkísérleten (Aladin-Climate 4.5) alapulnak. Ebből kifolyólag az eredmények nem adnak lehetőséget a projekciókban megjelenő bizonytalanságok számszerűsítésére. További munkám során minőségi előrelépést jelenthet egy **jól összeválogatott szimulációegyüttes (ensemble) alkalmazása**, többféle forgatókönyvön alapulva, többféle regionális modellel végrehajtva, melyeket különböző globális modellek hajtanak meg. Az éghajlati forgatókönyveket tekintve a SRES-szenáriók mellett az IPCC legújabb, RCP (Representative Concentration Pathways, Moss *et al.* 2010) forgatókönyveit is szükséges bekapcsolni a vizsgálatokba.

Mindazonáltal a TCI és az mTCI meghatározásához kialakított módszertan, valamint az mTCI kapcsán végrehajtott fejlesztések egy megfelelő kezdeti lépést jelentenek abban az irányban, hogy segítsük az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodást és az ezzel kapcsolatos szakpolitikai tervezést és döntéshozatalt. A döntéshozók és az éghajlati információk egyéb felhasználóinak informálásával segítséget nyújthatunk a turisztikai szolgáltatások fejlesztéséhez, ami végső soron gyakorlati segítséget jelent a fenntartható turizmusfejlesztés megteremtése érdekében.

A módszertani értékelések és azok fejlesztése mellett a KRITÉR projekt egyik eddig nem említett célja volt az eredmények nyilvános keretek közé helyezése. A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet munkatársai az elmúlt években kifejlesztették a **Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR)** elnevezésű multifunkciós rendszert, amelynek célja, hogy elősegítse a klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodást szolgáló jogalkotást, stratégiaépítést és a szükséges intézkedések megalapozását Magyarországon (Orosz 2016). A NATÉR számára számos szakterület képviselői állították elő adatrétegeiket az elmúlt néhány év folyamán (pl. hidrológia, mezőgazdaság, társadalomföldrajz). Jelen eredményeim, valamint a CIT-indexre kapott eredmények térképes formában 2016 májusától elérhetőek (NATÉR 2016). A fent említett elvek – több szimulációra és forgatókönyvre alapozott modellkísérletek – mentén már körvonalazódik a NATÉR-nek jelenleg alapot adó adatrendszer továbbfejlesztése.

8. Összefoglalás

Doktori értekezésem zárásaként összegzem munkám fontosabb eredményeit és következtéseit az [1. fejezetben](#) kitűzött általános célok, illetve a [3.4. fejezetben](#) részletezett célkitűzések alapján.

I. Hiányosságokat és egyéb problémákat azonosítottam a turisztikai klímát értékelő TCI és CTIS felépítésével és hitelességével kapcsolatban a nemzetközi szakirodalom és saját tapasztalataim alapján ([Kovács and Unger 2014a, 2014b](#), [Kovács et al. 2014, 2016, 2017](#)).

1. A módszerek kritikai vizsgálata révén megállapítottam, hogy a TCI jelenlegi időbeli felbontása elégtelen, a termikus komponensei (nappali és napi komfortindex) mai tudásunk szerint már korszerűtlennek számítanak, továbbá valamennyi komponensének értékelő pontrendszerei, valamint az al-indexek súlyozása alapvetően önkényes. A CTIS esetében megállapítottam, hogy az általánosan alkalmazott értéktartományok és küszöbértékek nem tükrözik a helyi lakosság szubjektív reakcióit ([3.1. fejezet](#)).
2. Rámutattam, hogy mivel a termikus környezet értékelése erősen szubjektív folyamat, szükséges és hiánypótló feladat a termikus komfortindexek, valamint a turisztikai klíma értékelésére használatos módszertan (skála, pontrendszer, küszöbértékek) hitelesítése a helyi lakosság vagy a turisták tényleges reakciói alapján ([3.2. fejezet](#)).

II. Továbbfejlesztettem a TCI módszertanát, valamint a magyar lakosság termikus viszonyokkal kapcsolatos szubjektív értékeléséhez adaptáltam a TCI-t és a CTIS-t ([Kovács and Unger 2014a, 2014b](#), [Kovács et al. 2014, 2016, 2017](#), [Kántor et al. 2016a](#)).

3. Módosítottam a TCI felépítését és struktúráját.
 - a. Korszerűsítettem a TCI termikus komponenseit: módszertani fejlesztést dolgoztam ki, mellyel a PET-index integrálható a TCI eredeti termikus komponensei helyére ([3.1. és 4.1.2. fejezet](#)).
 - b. Finomítottam a TCI időbeli felbontását: tíznapos időbeli rendszert javasoltam és alakítottam ki, s ehhez kapcsolódóan módosítottam a csapadék al-index értékelő pontrendszerét ([3.1. és 4.2.1. fejezet](#)).
4. Meghatároztam a magyar lakosok termikus környezetre adott szubjektív reakcióinak évszakos mintázatát. Megállapítottam, hogy az alanyok a melegebb termikus viszonyokkal szemben mindegyik vizsgált évszakban toleránsabbak, mint a hideg termikus viszonyokkal kapcsolatban. A PET-ben kifejezett neutrális hőmérséklet szezonális trendje (tavasz \sim őszi < nyár) rámutat a magyar lakosság évközi klimatikus adaptációs folyamataira. Az eredeti PET-értéktartományokhoz képest jelentős eltéréseket fedeztem fel, melyek közül kiemelendő a magyar lakosok fokozott toleranciája a melegebb termikus viszonyokkal szemben az átmeneti évszakokban ([4.1. és 5.2. fejezet](#)).

5. A magyar lakosokhoz igazítottam a TCI termikus komponenseit: új értékelő pont-rendszert alakítottam ki a magyar lakosság tényleges, évszakonként változó szubjektív reakciói alapján (3.1., 4.1.2. és 5.3. fejezet).
6. A magyar lakosokhoz igazítottam a CTIS termikus komponenseit: új, évszakos PET-értéktartományokat határoltam le a hazai lakosság hőérzeti mintázatai alapján, majd a magyar lakosok által neutrálisnak, melegnek és hidegnek érzett zónákat (PET-küszöbértékeket) új termikus komponensekként integráltam a CTIS-alapú értékelésbe (3.1., 4.1.2. és 5.3. fejezet).

III. Értékeltem néhány kiemelt hazai és európai turisztikai célterület jelenlegi klímapotenciálját a TCI, az mTCI és a CTIS alapján (Kovács and Unger 2014a, 2014b, Kovács et al. 2016).

7. Kimutattam, hogy a TCI évi eloszlása jelentősen eltér az mTCI-hoz képest. A TCI esetében a kedvezőtlenebb téli viszonyok után tavasszal intenzív javulás figyelhető meg, s a legkedvezőbb körülmények a hazai területeken májustól szeptemberig, az északi régiókban júniustól augusztusig detektálhatók. Ezután az ősz folyamán a körülmények gyors ütemben hanyatlanak. Az évi eloszlás így egy „nyári csúcs-hoz” hasonló szerkezetet vesz fel. Ezzel szemben az mTCI esetében az eloszlás „bimodális”: a legoptimálisabb klíma a tavasz és az ősz egy részében (általában április és szeptember-október környékén) mutatkozik, nyáron pedig jelentősen kedvezőtlenebbek a körülmények. A dél-európai régiókban a TCI eloszlása alapján egy enyhe, az mTCI esetében viszont egy erőteljes „bimodális” szerkezetet kaptam (6.1.1. fejezet).
8. A TCI és az mTCI al-indexekre bontása révén kimutattam, hogy elsősorban a $CId/mCId$ tag felelős a két index különböző futású évi meneteiért és a vizsgált területek közötti jelentős különbségekért. Ehhez gyakran a többi tag ($CId/mCId$, R , S , W) hatása is hozzájárul kisebb mértékben (6.1.1. fejezet).
9. Mind az mTCI, mind a CTIS alapján elvégzett értékelések azt mutatják, hogy valamennyi vizsgált területen alapvetően az átmeneti évszakok a legalkalmasabb időszakok szabadtéri városi tevékenységekre. Az mTCI évi eloszlása ugyanis mindegyik területen erőteljesen „bimodális”. A CTIS-alapú komplex értékelés eredményeként pedig alátámasztottam, hogy a hazai területeken és az északi régiókban leginkább a május és a szeptember mutatkozik kedvezőnek, sőt az utóbbi területeken a nyári dekádokban is viszonylag kellemesen alakulnak a termikus körülmények. A dél-európai régiókban szintén az átmeneti évszakok – különösen az április és az október – ajánlhatók szabadtéri tevékenységekre. Kimutattam azt is, hogy a fenti képet a csapadék árnyalhatja, mivel éppen a kedvezőnek minősíthető időszakokban nagyobb valószínűséggel számíthatunk rá (6.1.1. és 6.1.2. fejezet).

IV. Elemeztem Magyarország jövőben várható turisztikai klímapotenciálját a TCI és az mTCI alapján (Kovács et al. 2017).

10. A jelen klímát tükröző mérési eredmények alapján kimutattam, hogy mind a TCI, mind az mTCI évi alakulása visszatükrözi a turisztikai célterületek adott indexszel végzett értékelésénél megfigyelt tendenciákat. A TCI-értékelés szerint ugyanis tél-re kaptam a legkedvezőtlenebb viszonyokat, májustól szeptemberig viszont ked-

vező feltételek mutatkoznak. Az eredmények jelen esetben is azt jelzik, hogy a kedvezőtlen téli viszonyok után tavasszal intenzíven javulnak a körülmények, május és szeptember között hozzávetőlegesen változatlan körülmények, majd az ősz folyamán nagymértékű visszaesés jellemző. Az mTCI esetében – amelynél a téli hónapok elemzését kihagytam – a legkedvezőtlenebb hónapok a november és a március. A tavasz folyamán jelen esetben is jelentős javulás, júniustól szeptemberig viszont egy enyhe visszaesés figyelhető meg. Ezután ismét javulás, majd visszaesés történik az ősz végéig (6.1.1. és 6.2.1. fejezet).

11. Kimutattam, hogy a TCI és az mTCI nyárra megegyező, tavaszra és ősze hasonló tendenciát jelez a 21. század végéig. Mindkét index alapján kedvezőtlen változás várható a nyár összes hónapjára, ami júliusban és augusztusban igen nagymértékű (1–3 kategóriányi). Tavasszal a TCI szerint változatlan vagy kissé (1 kategóriával) javuló viszonyokra számíthatunk. Az mTCI márciusban jelentős javulást, áprilisban változatlan vagy kissé javuló viszonyokat, májusban viszont a TCI-al ellentétben az ország nagyobb részén 1 kategóriányi visszaesést jelez. Ősszel szintén nem ekvivalens a tendencia iránya mindegyik hónapban. A TCI alapján szeptemberben változatlan, októberben jelentősen javuló, novemberben változatlan vagy néhol 1 kategóriával javuló viszonyok várhatók. Az mTCI szeptemberben a májushoz hasonlóan általában 1 kategóriányi visszaesést, októberben a TCI-hoz hasonlóan javulást, novemberben pedig szinte mindenhol 1 kategóriányi javulást mutat (6.2.2. fejezet).

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, DR. UNGER JÁNOS tanszékvezető egyetemi tanárnak, hogy megteremtette kutatásom feltételeit, koordinálta munkámat és előrehaladásomat, valamint számos hasznos tanáccsal és észrevétellel látott el. Hálás köszönetemet fejezem ki témavezetőmnek, DR. KÁNTOR NOÉMI tudományos munkatársnak, aki időt és energiát nem kímélve segítette munkám előrehaladását és eredményeim létrejöttét. Megköszönöm a számos szakmai tanácsát, ötletét, melyet kamatoztatni tudtam munkám során.

Hálával tartozom TAKÁCS ÁGNES doktorjelöltnek a közös munkáért, segítségeiért, és hogy mindig mindenben számíthattam rá. Megköszönöm MUCSINÉ DR. ÉGERHÁZI LILLA munkáját, akivel úgyszintén nagyon sokat dolgoztam együtt. Hálás vagyok LERNERNÉ LELOVICS ENIKŐNEK is a segítségeiért.

Köszönöm az Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék munkatársainak és PhD-hallgatóinak: DR. GULYÁS ÁGNESNEK, DR. TANÁCS ESZTERNEK, DR. GÁL TAMÁSNAK, SKARBIT NÓRÁNAK, GYŐRI ZSUZSÁNAK, KISS MÁRTONNAK és MOLNÁR GERGŐNEK, hogy az utolsó percekig támogattak és biztattak. Külön köszönöm DR. KEVEINÉ DR. BÁRÁNY ILONA professzor asszony szavait, aki lelkesedésével és biztatásával sokszor elősegítette, hogy átlendüljek a mélypontokon.

Ezúton is köszönetet mondok mindazon kollégának és hallgatónak, akik valamely terepi mérésben vagy adat-előállításban részt vettek. Sokat jelentett több szakdolgozónak is a munkája, akik révén nem egyszer tudtam újat tanulni.

Megköszönöm NÉMETH ÁKOSNAK, az Országos Meteorológiai Szolgálat éghajlati szakértőjének munkáját, akivel a kezdetek óta töretlen lelkesedéssel dolgozunk együtt. Köszönetemet fejezem ki továbbá az ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉGHAJLATI OSZTÁLYA valamennyi munkatársának a közös munkákért, valamint számos meteorológiai és éghajlati adat rendelkezésemre bocsátásáért. Megköszönöm DR. FORMAN BALÁZSNAK, a Budapesti Corvinus Egyetem egyetemi docensének munkáját.

Hálával tartozom DR. GÁL CSILLÁNAK, DR. TANÁCS ESZTERNEK és NÖVÉREMNEK az angol nyelvi lektorálásokért.

Mindent köszönök CSALÁDOMNAK és BARÁTAIMNAK!

Irodalomjegyzék

- Abegg B (1996): Klimaänderung und Tourismus – Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen. Schlussbericht NFP 31, Zürich
- Ali-Toudert F (2005): Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate. *Ber Meteor Inst Albert-Ludwigs-Univ Freiburg* 15, 224 p
- Ali-Toudert F, Mayer H (2006): Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Build Environ* 41, 94–108
- Amelung B (2006): Global (environmental) change and tourism. Issues of scale and distribution. PhD Dissertation, Universitaire Pers Maastricht. Amelung Publishers, Maastricht.
<https://cris.maastrichtuniversity.nl/portal/files/1730329/guid-02675359-b867-453b-be8b-64fbb24c6ae-ASSET1.0>
- Amelung B, Viner D (2006): Mediterranean tourism: exploring the future with the tourism climatic index. *J Sustain Tour* 14, 349–366
- Amelung B, Nicholls S, Viner D (2007): Implications of global climate change for tourism flows and seasonality. *J Travel Res* 45, 285–296
- Amelung B, Moreno A (2012): Costing the impact of climate change on tourism in Europe: results of the PESETA project. *Climatic Change* 112, 83–100
- Amelung B, Nicholls S (2014): Implications of climate change for tourism in Australia. *Tourism Manage* 41, 228–244
- Amengual A, Homar V, Romero R, Alonso S, Ramis C (2012): Projections of the climate potential for tourism at local scales: application to Platja de Palma, Spain. *Int J Climatol* 32, 2095–2107
- Andrade H, Vieira R (2007): A climatic study of an urban green space: The Gulbenkian park in Lisbon (Portugal). *Finisterra* 42, 27–46
- ASHRAE (1974): Handbook of fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., New York
- ASHRAE (2001): Chapter 14 – Measurement and instruments. In: ASHRAE Handbook: Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., Atlanta, 14.28-14.29
- ASHRAE (2004): ANSI/ASHRAE Standard 55–2004. Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., Atlanta
- Auliciems A, Szokolay SV (2007): Thermal comfort. PLEA Note 3, Passive and Low Energy Architecture International, Department of Architecture, The University of Queensland, Brisbane.
<http://me.emu.edu.tr/hacisevki/MENG443%20PPT1B.pdf>
- Aynsley RM, Szokolay SV (1998): Options for assessment of thermal comfort/discomfort for aggregation into NatHERS star ratings. Report of James Cook University, Townsville.
<http://www.envirosustain.com.au/page18.php>
- Bafaluy D, Amengual A, Romero R, Homar V (2014): Present and future climate resources for various types of tourism in the Bay of Palma, Spain. *Reg Environ Change* 14, 1995–2006
- Bartholy J, Mészáros R, Geresdi I, Matyasovszky I, Pongrácz R, Weidinger T (2013): Meteorológiai alapismeretek. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.
<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/MeteorologiaAlapismeretek/book.pdf>
- Bartholy J, Pongrácz R, Pieczka I (2014): How the climate will change in this century? *Hung Geogr Bull* 63, 55–67
- Basarin B, Lukic T, Matzarakis A (2016): Quantification and assessment of heat and cold waves in Novi Sad, Northern Serbia. *Int J Biometeorol* 60, 139–150
- Becker S, Potchter O, Yaakov Y (2003): Calculated and observed human thermal sensation in an extremely hot and dry climate. *Energ Buildings* 35, 747–756
- Belda M, Skalák P, Farda A, Halenka T, Déqué M, Csimá G, Bartholy J, Torma Cs, Boroneant C, Caian M, Spiridonov V (2015): CECILIA regional climate simulations for future climate: Analysis of climate change signal. *Adv Meteorol* 2015, Article ID: 354727
- Bernecker P (1962): Grundlagenlehre des Fremdenverkehrs. Österreichischer Gewerbeverlag, Wien
- Besancenot J-P (1990): Climat et tourisme (Collection géographie). Masson, Paris

- Brosy C, Zaninovic K, Matzarakis A (2014): Quantification of climate tourism potential of Croatia based on measured data and regional modeling. *Int J Biometeorol* 58, 1369–1381
- Caliskan O, Cicek I, Matzarakis A (2012): The climate and bioclimate of Bursa (Turkey) from the perspective of tourism. *Theor Appl Climatol* 107, 417–425
- Charalampopoulos I, Tsiros I, Chronopoulou-Sereli A, Matzarakis A (2013): Analysis of thermal bioclimate in various urban configurations in Athens, Greece. *Urban Ecosyst* 16, 217–233
- Chen L, Wen Y, Zhang L, Xiang WN (2015): Studies of thermal comfort and space use in an urban park square in cool and cold seasons in Shanghai. *Build Environ* 94, 644–653
- Cheng V, Ng E, Chan C, Givoni B (2012): Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. *Int J Biometeorol* 56, 43–56
- Cohen P, Potchter O, Matzarakis A (2013): Human thermal perception of coastal Mediterranean outdoor urban environments. *Appl Geogr* 37, 1–10
- Crompton JL (1979): Motivations for pleasure vacation. *Ann Tourism Res* 6, 408–424
- Csete M, Pálvölgyi T, Szendrő G (2013): Assessment of climate change vulnerability of tourism in Hungary. *Reg Environ Change* 13, 1043–1057
- Csima G, Horányi A (2008): Validation of the ALADIN-Climate regional climate model at the Hungarian Meteorological Service. *Időjárás* 112, 155–177
- Csorvási A, Illy T, Sábitz J, Szabó P, Szépszó G, Zsebeházi G (2016): A jövőre vonatkozó projekciók eredményeinek együttes kiértékelése, bizonytalanságok számszerűsítése. Beszámoló tanulmány, „A sugárzási kényszer változásán alapuló új éghajlati scenáriók a Kárpát-medence térségére (RCMTéR)” projekt, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. <http://www.met.hu/RCMTeR/hu/publikacio/>
- Dann GMS (1977): Anomie, ego-enhancement and tourism. *Ann Tourism Res* 4, 184–194
- Davis NE (1968): An optimum summer weather. *Weather* 23, 305–317
- Dávid L, Jancsik A, Rátz T (2007): Turisztikai erőforrások. A természeti és kulturális erőforrások turisztikai hasznosítása. 2. kiadás. Perfekt Gazdasági Tanácsadó, Oktató és Kiadó Zrt., Budapest
- de Freitas CR (1985): Assessment of human bioclimate based on thermal response. *Int J Biometeorol* 29, 97–119
- de Freitas CR (1990): Recreation climate assessment. *Int J Climatol* 10, 89–103
- de Freitas CR (2003): Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *Int J Biometeorol* 48, 45–54
- de Freitas CR, Scott D, McBoyle G (2008): A second generation climate index for tourism (CIT): specification and verification. *Int J Biometeorol* 52, 399–407
- de Freitas CR (2015): Weather and place-based human behavior: recreational preferences and sensitivity. *Int J Biometeorol* 59, 55–63
- Dixon JC, Prior MJ (1987): Wind-chill indices – a review. *Meteorol Mag* 116, 1–17
- Endler C, Oehler K, Matzarakis A (2010): Vertical gradient of climate change and climate tourism conditions in the Black Forest. *Int J Biometeorol* 54, 45–61
- Eugenio-Martin JL, Campos-Soria JA (2010): Climate in the region of origin and destination choice in outbound tourism demand. *Tourism Manage* 31, 744–753
- Égerházi LA, Kovács A, Unger J (2013a): Application of microclimate modelling and onsite survey in planning practice related to an urban micro environment. *Adv Meteorol* 2013, Article ID: 251586
- Égerházi LA, Kovács A, Kántor N, Unger J (2013b): Examination of the simulated thermal conditions in a popular playground related to the human reactions and the judgment of the area design. In: Pandi G, Moldovan F (szerk): Air and water components of the environment. Babeş-Bolyai University, Cluj-Napoca, 277–284
- Égerházi LA (2014): Városi közterületek komplex humán-bioklimatológiai értékelése és annak várostervezési vonatkozásai szegedi példák alapján. Doktori értekezés. Földtudományok Doktori Iskola, Szegedi Tudományegyetem, Szeged. <http://doktori.bibl.u-szeged.hu/2223/>
- Égerházi LA, Kovács A, Takács Á, Égerházi L (2014): Comparison of the results of two micrometeorological models and measurements. *Acta Clim Chorol Univ Szegediensis* 47–48, 33–42
- Fagence M, Kevan S (1998): Migration, recreation and tourism: Human responses to climate differences. In: Auliciems A, de Dear R, Fagence M, Kolkstein LS, Kevan SD, Szokolay SV, Webb AR (szerk): Advances in Bioclimatology 5. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 133–160
- Fanger PO (1972): Thermal comfort. McGraw-Hill Book Co, New York

- Farajzadeh H, Matzarakis A (2009): Quantification of climate for tourism in the northwest of Iran. *Meteorol Appl* 16, 545–555
- Farajzadeh H, Matzarakis A (2012): Evaluation of thermal comfort conditions in Ourmieh Lake, Iran. *Theor Appl Climatol* 107, 451–459
- Fountain ME, Arens E, Xu T, Bauman FS, Oguru M (1999): An investigation of thermal comfort at high humidities. *ASHRAE Trans* 105, 94–103
- Fröhlich D, Matzarakis A (2013): Modeling of changes in thermal bioclimate: examples based on urban spaces in Freiburg, Germany. *Theor Appl Climatol* 111, 547–558
- Gagge AP, Stolwijk JAJ, Nishi Y (1971): An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response. *ASHRAE Trans* 77, 247–262
- Getz D, Nilsson PA (2004): Responses of family businesses to extreme seasonality in demand: the case of Bornholm, Denmark. *Tourism Manage* 25, 17–30
- Giannaros TM, Melas D, Matzarakis A (2015): Evaluation of thermal bioclimate based on observational data and numerical simulations: an application to Greece. *Int J Biometeorol* 59, 151–164
- Gómez Martín B (2004): An evaluation of the tourist potential of the climate in Catalonia (Spain): A regional study. *Geogr Ann* 86, 249–264
- Gómez Martín B (2005): Weather, climate and tourism. A geographical perspective. *Ann Tourism Res* 32, 571–591
- Gómez Martín B (2006): Climate potential and tourist demand in Catalonia (Spain) during the summer season. *Climate Res* 32, 75–87
- Gössling S, Bredberg M, Randow A, Sandström E, Svensson P (2006): Tourist perceptions of climate change: A study of international tourists in Zanzibar. *Curr Issues Tourism* 9, 419–435
- Gössling S, Scott D, Hall CM, Ceron J-P, Dubois G (2012): Consumer behaviour and demand response of tourists to climate change. *Ann Tourism Res* 39, 36–58
- Gulyás Á, Unger J, Matzarakis A (2006): Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: modelling and measurements. *Build Environ* 41, 1713–1722
- Gulyás Á, Matzarakis A, Unger J (2010): Comparison of the urban-rural comfort sensation in a city with warm continental climate. In: Matzarakis A, Mayer H, Chmielewski F-M (szerk): Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology. *Ber Meteor Inst Albert-Ludwigs-Univ Freiburg* 20, 473–478
- Hamilton JM, Lau MA (2005). The role of climate information in tourist destination choice decision-making. In: Gössling S, Hall CM (szerk): *Tourism and Global Environmental Change*. Routledge, London
- Hamilton JM, Maddison DJ, Tol RSJ (2005): Climate change and international tourism: A simulation study. *Global Environ Change* 15, 253–266
- Havenith G (2005): Temperature regulation, heat balance and climatic stress. In: Kirch W, Bertollini R, Menne B (szerk): *Extreme weather events and public health responses*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 69–80
- Hawkins Ed, Osborne TM, Ho CK, Challinor AJ (2013): Calibration and bias correction of climate projections for crop modelling: An idealised case study over Europe. *Agr Forest Meteorol* 170, 19–31
- Hein L, Metzger MJ, Moreno A (2009): Potential impacts of climate change on tourism; a case study for Spain. *Curr Opin Environ Sustain* 1, 170–178
- Higham J, Hinch T (2002): Tourism, sport and seasons: the challenges and potential of overcoming seasonality in the sport and tourism sectors. *Tourism Manage* 23, 175–185
- Houghten FC, Yaglou CP (1923): Determining equal comfort lines. *J Am Soc Heat Vent Eng* 29, 165–176
- Hódos R (2014): A turisztikai klímapotenciál alakulása a Kárpát-régióban 1961–2010 között. BSc szakdolgozat. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.
http://nimbus.elte.hu/tanszek/docs/BSc/2014/HodosRita_2014.pdf
- Höppe P (1992): Ein neues Verfahren zur Bestimmung der mittleren Strahlungstemperatur im Freien [A new method to determine the mean radiant temperature outdoors]. *Wetter und Leben* 44, 147–151
- Höppe P (1993): Heat balance modelling. *Experientia* 49, 741–746
- Höppe P (1999): The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int J Biometeorol* 43, 71–75
- Hübner A, Gössling S (2012): Tourist perceptions of extreme weather events in Martinique. *J Destin Mark Manage* 1, 47–55
- Hwang R-L, Lin T-P (2007): Thermal comfort requirements for occupants of semi-outdoor and outdoor environments in hot-humid regions. *Architect Sci Rev* 50, 357–364

- IPCC (2014a): Annex II: Glossary [Mach KJ, Planton S, von Stechow C (szerk)]. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [(Core Writing Team, Pachauri RK, Meyer LA (szerk)]. IPCC, Geneva, 117–130. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf
- IPCC (2014b): Climate Change 2014: Synthesis Report. Summary for Policymakers. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri RK, Meyer LA (szerk)]. IPCC, Geneva. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf
- IPCC (2014c): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, White LL (szerk)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf
- Jang S (2004): Mitigating tourism seasonality: A quantitative approach. *Ann Tourism Res* 31, 819–836
- Jendritzky G (1993): The atmospheric environment – an introduction. *Experientia* 49, 733–738
- Kahulits L, Kemény E, Bódi E, Nagy A (1997): Bevezetés a közgazdaságtanba I. Alapfogalmak és mikroökonómia. Tankönyv távoktatás célra. Pénzügyi és Számviteli Főiskola, Budapest
- Kántor N, Unger J (2010): Benefits and opportunities of adopting GIS in thermal comfort studies in resting places: An urban park as an example. *Landscape Urban Plan* 98, 36–46
- Kántor N, Unger J (2011): The most problematic variable in the course of human biometeorological comfort assessment – the mean radiant temperature. *Cent Eur J Geosci* 3, 90–100
- Kántor N, Égerházi LA, Gulyás Á (2011a): Assessments of the outdoor thermal conditions in Szeged, Hungary: perceptions and preferences of local individuals. In: Gerdes A, Kottmeier C, Wagner A (szerk): Climate and Constructions Int Conf Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, 307–314
- Kántor N, Gulyás Á, Égerházi LA, Unger J (2011b): Assessment of the outdoor thermal conditions in Szeged, Hungary: thermal sensation ranges for local residents. In: Gerdes A, Kottmeier C, Wagner A (szerk): Climate and Constructions Int Conf Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, 181–190
- Kántor N (2012): Városi közterületek termikus komfortviszonyainak értékelése Szeged példáján különös tekintettel a látogatók szubjektív reakcióira. Doktori értekezés. Környezettudományi Doktori Iskola, Szegedi Tudományegyetem, Szeged. <http://doktori.bibl.u-szeged.hu/1450/>
- Kántor N, Égerházi LA, Unger J (2012): Subjective estimation of thermal environment in recreational urban spaces – part 1: investigations in Szeged, Hungary. *Int J Biometeorol* 56, 1075–1088
- Kántor N, Kovács A, Lin T-P (2015): Looking for simple correction functions between the mean radiant temperature from the 'standard black globe' and the 'six-directional' techniques in Taiwan. *Theor Appl Climatol* 121, 99–111
- Kántor N (2016): Differences between the evaluation of thermal environment in shaded and sunny position. *Hung Geogr Bull* 65, 139–153
- Kántor N, Kovács A, Takács Á (2016a): Seasonal differences in the subjective assessment of outdoor thermal conditions and the impact of analysis techniques on the obtained results. *Int J Biometeorol* 60, 1615–1635
- Kántor N, Kovács A, Takács Á (2016b): Small-scale human-biometeorological impacts of shading by a large tree. *Open Geosci* 8, 231–245
- Ketterer C, Matzarakis A (2010): The tourism climate of Engadin, Switzerland. In: Matzarakis A, Mayer H, Chmielewski F-M (szerk): Proceed 7th Conf on Biometeorology. *Ber Meteor Inst Albert-Ludwigs-Univ Freiburg* 20, 398–403
- Knez I, Thorsson S (2006): Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *Int J Biometeorol* 50, 258–268
- Knez I, Thorsson S (2008): Thermal, emotional and perceptual evaluations of a park: Cross-cultural and environmental attitude comparisons. *Build Environ* 43, 1483–1490
- Kovats RS, Valentini R, Bouwer LM, Georgopoulou E, Jacob D, Martin E, Rounsevell M, Soussana J-F (2014): Europe. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros VR, Field CB, Dokken DJ, Mastrandrea MD, Mach KJ, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Est-

- rada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, White LL (szerk)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1267–1326.
https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap23_FINAL.pdf
- Kovács A, Németh Á (2012): Tendencies and differences in human thermal comfort in distinct urban areas in Budapest, Hungary. *Acta Clim Chorol Univ Szegediensis* 46, 115–124
- Kovács A, Unger J (2013): A turizmus klíma index első módosítása a közép-európai viszonyokhoz – példák. In: Németh Á (szerk): Orvosmeteorológiai Konferencia – 2013 Konferenciakötet. MMT-MBE-MHT, Budapest, 36–50
- Kovács A, Unger J (2014a): Modification of the Tourism Climatic Index to Central European climatic conditions – examples. *Időjárás* 118, 147–166
- Kovács A, Unger J (2014b): Analysis of tourism climatic conditions in Hungary considering the subjective thermal sensation characteristics of the south-Hungarian residents. *Acta Clim Chorol Univ Szegediensis* 47–48, 77–84
- Kovács A, Unger J (2014c): A turizmus klíma index módosítási lehetősége a közép-európai klimatikus viszonyokhoz. *Légkör* 59, 78–85
- Kovács A, Kántor N, Égerházi LA (2014): Assessment of thermal sensation of residents in the Southern Great Plain, Hungary. In: Pandi G, Moldovan F (szerk): Air and water components of the environment. Babeş-Bolyai University, Cluj-Napoca, 354–361
- Kovács A, Unger J, Szépszó G (2015): Adjustment of tourism climatological indicators for the Hungarian population in assessing exposure and vulnerability to climate change. In: Demiroğlu OC, de Freitas CR, Scott D, Kurnaz ML, Ünalán D (szerk): Proceed 4th Int Conf on Climate, Tourism and Recreation – CCTR2015. Istanbul Policy Center, Istanbul, 71–76
- Kovács A, Unger J, Gál CV, Kántor N (2016): Adjustment of the thermal component of two tourism climatological assessment tools using thermal perception and preference surveys from Hungary. *Theor Appl Climatol* 125, 113–130
- Kovács A, Németh Á, Unger J, Kántor N (2017): Tourism climatic conditions of Hungary – present situation and assessment of future changes. *Időjárás* 121, in press
- Kozak M (2002): Comparative analysis of tourist motivations by nationality and destinations. *Tourism Manage* 23, 221–232
- KRITÉR (2015): „A klímaváltozás okozta sérülékenység vizsgálata, különös tekintettel a turizmusra és a kritikus infrastruktúrákra” projekt. <http://www.met.hu/KRITeR/hu/kezdo/index.php>
- Krüger EL, Rossi FA (2011): Effect of personal and microclimatic variables on observed thermal sensation from a field study in southern Brazil. *Build Environ* 46, 690–697
- Krüger EL, Drach P, Emmanuel R, Corbella O (2013): Assessment of daytime outdoor comfort levels in and outside the urban area of Glasgow, UK. *Int J Biometeorol* 57, 521–533
- Krüzselyi I, Bartholy J, Horányi A, Pieczka I, Pongrácz R, Szabó P, Szépszó G, Torma Cs (2011): The future climate characteristics of the Carpathian Basin based on a regional climate model mini-ensemble. *Adv Sci Res* 6, 69–73
- KSH (2016): Jelentés a turizmus és vendéglátás éves teljesítményéről, 2015. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest. <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/jeltur/jeltur15.pdf>
- KSH (2017): Turizmus-szatellitszámlák, 2013. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest.
<http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/turizmszat/turizmszat13.pdf>
- Lai D, Guo D, Hou Y, Lin C, Chen Q (2014): Studies of outdoor thermal comfort in northern China. *Build Environ* 77, 110–118
- Lelovics E, Unger J, Gál T, Gál CV (2014): Design of an urban monitoring network based on Local Climate Zone mapping and temperature pattern modelling. *Climate Res* 60, 51–62
- Lengyel M (1986): A turizmus állandó és új tényezői, valamint motivációi (A turizmus új megközelítése). Doktori Értekezés, Budapest
- Lengyel M (2004): A turizmus általános elmélete. Kereskedelmi és Idegenforgalmi Továbbképző Kft., Budapest
- Lin T-P, Matzarakis A (2008): Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *Int J Biometeorol* 52, 281–290
- Lin T-P (2009): Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions. *Build Environ* 44, 2017–2026

- Lin T-P, de Dear R, Hwang R-L (2011): Effect of thermal adaptation on seasonal outdoor thermal comfort. *Int J Climatol* 31, 302–312
- Lin T-P, Yang S-R, Matzarakis A (2015): Customized rating assessment of climate suitability (CRACS): climate satisfaction evaluation based on subjective perception. *Int J Biometeorol* 59, 1825–1837
- Lindner-Cendrowska K (2013): Assessment of bioclimatic conditions in cities for tourism and recreational purposes (a Warsaw case study). *Geogr Pol* 86, 55–66
- Lindner-Cendrowska K, Blazejczyk K (2016): Impact of selected personal factors on seasonal variability of recreationist weather perceptions and preferences in Warsaw (Poland). *Int J Biometeorol*. doi: 10.1007/s00484-016-1220-1
- Lohmann M, Kaim E (1999): Weather and holiday destination preferences image, attitude and experience. *Tourism Rev* 54, 54–64
- Mahmoud AHA (2011): Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions. *Build Environ* 46, 2641–2656
- Mailly D, Abi-Zeid I, Pepin S (2014): A multi-criteria classification approach for identifying favourable climates for tourism. *J Multi-Crit Decis Anal* 21, 65–75
- Mansfeld Y, Freundlich A, Kutiel H (2007): The relationship between weather conditions and tourists' perceptions of comfort: the case of the winter sun resort of Eilat. In: Amelung B, Blazejczyk K, Matzarakis A (szerk): Climate change and tourism – assessment and coping strategies. Institute of Geography and Spatial Organization PAS, Maastricht, 116–139
- Masterton JM, Richardson FA (1979): Humidex: A method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity. Atmospheric Environment Service, Environment Canada, Downsview, Ontario
- Matzarakis A, Mayer H (1996): Another kind of environmental stress: thermal stress. *WHO News* 18, 7–10
- Matzarakis A, Mayer H, Iziomon MG (1999): Application of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *Int J Biometeorol* 43, 76–84
- Matzarakis A (2006): Weather- and climate-related information for tourism. *Tour Hosp Plan Dev* 3, 99–115
- Matzarakis A (2007): Assessment method for climate and tourism based on daily data. In: Matzarakis A, de Freitas CR, Scott D (szerk): Developments in tourism climatology. International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation, Freiburg, 52–58
- Matzarakis A, Rutz F, Mayer H (2007): Modelling radiation fluxes in simple and complex environments – application of the RayMan model. *Int J Biometeorol* 51, 323–334
- Matzarakis A, Endler C (2010): Climate change and thermal bioclimate in cities: impacts and options for adaptation in Freiburg, Germany. *Int J Biometeorol* 54, 479–483
- Matzarakis A, Rutz F, Mayer H (2010a): Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. *Int J Biometeorol* 54, 131–139
- Matzarakis A, Rudel E, Zygmuntowski M, Koch E (2010b): Bioclimatic maps for tourism purposes. *Phys Chem Earth* 35, 57–62
- Matzarakis A, Schneevoigt T, Matuschek O, Endler C (2010c): Transfer of climate information for tourism and recreation – the CTIS software. In: Matzarakis A, Mayer H, Chmielewski F-M (szerk): Proceed 7th Conf on Biometeorology. *Ber Meteor Inst Albert-Ludwigs-Univ Freiburg* 20, 392–397
- Matzarakis A, Hammerle M, Koch E, Rudel E (2012): The climate tourism potential of Alpine destinations using the example of Sonnblick, Rauris and Salzburg. *Theor Appl Climatol* 110, 645–658
- Matzarakis A, Rammelberg J, Junk J (2013): Assessment of thermal bioclimate and tourism climate potential for central Europe – the example of Luxembourg. *Theor Appl Climatol* 114, 193–202
- Matzarakis A (2014): Transfer of climate data for tourism applications – The Climate-Tourism/Transfer-Information-Scheme. *Sustain Environ Res* 24, 273–280
- Mayer H, Höppe P (1987): Thermal comfort of man in different urban environments. *Theor Appl Climatol* 38, 43–49
- Mayer H (1993): Urban bioclimatology. *Experientia* 49, 957–963
- Mayer H (2008): KLIMES – a joint research project on human thermal comfort in cities. *Ber Meteor Inst Albert-Ludwigs-Univ Freiburg* 17, 101–117
- Mayer H, Holst J, Dostal P, Imbery F, Schindler D (2008): Human thermal comfort in summer within an urban street canyon in Central Europe. *Meteorol Z* 17, 241–250
- Meze-Hausken E (2008): On the (im-)possibilities of defining human climate thresholds. *Climatic Change* 89, 299–324

- Michalkó G (2001): Turizmus és területfejlesztés. In: *Behusky P, Kovács Z, Olessák D* (szerk): A terület- és településfejlesztés kézikönyve. CEBA Kiadó, Budapest, 113–120
- Michalkó G (2008): A turisztikai tér társadalomföldrajzi értelmezésének új dimenziói. MTA Doktori értekezés. Magyar Tudományos Akadémia, Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest.
<http://real-d.mtak.hu/95/1/Michalko.pdf>
- Mieczkowski ZT (1985): The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. *Can Geogr* 29, 220–233
- Moreno A, Amelung B (2009): Climate change and tourist comfort on Europe's beaches in summer: A reassessment. *Coast Manage* 37, 550–568
- Moreno A (2010a): Mediterranean tourism and climate (change): a survey based study. *Tour Hosp Plan Dev* 7, 253–265
- Moreno A (2010b): Climate change and tourism. Impacts and vulnerability in Coastal Europe. Doctoral Dissertation, Maastricht University, Maastricht.
<http://digitalarchive.maastrichtuniversity.nl/fedora/get/guid:c0d5d520-b8f8-4756-80b3-bc7e981f2e06/ASSET1>
- Morgan R, Gatell E, Junyent R, Micallef A, Özhan E, Williams AT (2000): An improved user-based beach climate index. *J Coast Conserv* 6, 41–50
- Moss RH, Edmonds JA, Hibbard KA, Manning MR, Rose SK, van Vuuren DP, Carter TR, Emori S, Kainuma M, Kram T, Meehl GA, Mitchell JFB, Nakicenovic N, Riahi K, Smith SJ, Stouffer RJ, Thomson AM, Weyant JP, Wilbanks TJ (2010): The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature* 463, 747–756
- MTÜ (2016): Turizmus Magyarországon 2015. Magyar Turisztikai Ügynökség, Budapest.
http://itthon.hu/documents/28123/4083489/MTE_4000_105x210_LA4_StatVegleges_2015_HU_web.pdf/e559688c-549d-4008-bc63-fabfb7e3a604
- Nakano J, Tanabe S-I (2004): Thermal comfort and adaptation in semi-outdoor environments. *ASHRAE Trans* 110, 543–553
- Nakicenovic N, Alcamo J, Davis G, de Vries B, Fenhann J, Gaffin S, Gregory K, Grübler A, Jung TY, Kram T, La Rovere EL, Michaelis L, Mori S, Morita T, Pepper W, Pitcher H, Price L, Riahi K, Roehrl A, Rogner H-H, Sankovski A, Schlesinger M, Shukla P, Smith S, Swart R, van Rooijen S, Victor N, Dadi Z (2000): IPCC special report on emissions scenarios. Cambridge University Press, Cambridge.
https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/emissions_scenarios.pdf
- Nastos PT, Matzarakis A (2003): Human bioclimatic conditions, trends, and variability in the Athens University Campus, Greece. *Adv Meteorol* 2013, Article ID: 976510
- NATÉR (2016): Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer. <http://nater.mfgi.hu/>
- Ndetto EL, Matzarakis A (2013): Basic analysis of climate and urban bioclimate of Dar es Salaam, Tanzania. *Theor Appl Climatol* 114, 213–226
- Németh Á (2013): Estimation of tourism climate in the Lake Balaton Region, Hungary. *J Environ Geogr* 6, 49–55
- Németh Á (2015): Observed changes in the tourism climate potential of the Lake Balaton Region based on the second generation Climate Index for Tourism (CIT). In: *Demiroğlu OC, de Freitas CR, Scott D, Kurnaz ML, Ünalán D* (szerk): Proceed 4th Int Conf on Climate, Tourism and Recreation – CCTR2015. Istanbul Policy Center, Istanbul, 77–81
- Nicholls S, Amelung B (2008): Climate change and tourism in Northwestern Europe: Impacts and adaptation. *Tourism Anal* 13, 21–31
- Nikolopoulou M, Steemers K (2003): Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energ Buildings* 35, 95–101
- Nikolopoulou M, Lykoudis S (2006): Thermal comfort in outdoor urban spaces: analysis across different European countries. *Build Environ* 41, 1455–1470
- Nikolopoulou M, Lykoudis S (2007): Use of outdoor spaces and microclimate in a Mediterranean urban area. *Build Environ* 42, 3691–3707
- OECD (2007): Climate change in the European Alps. Adapting winter tourism and natural hazards management. OECD Publications
- OGIMET (2014): Weather Information Service. <http://www.ogimet.com/home.phtml.en>

- Oliveira S, Andrade H (2007): An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. *Int J Biometeorol* 52, 69–84
- OMSZ (2015a): Éghajlati adatsorok 1901–2010, Szeged. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. http://met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_adatsorok/
- OMSZ (2015b): Városok éghajlati jellemzői. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/varosok_jellemzoi/Budapest/
- Orosz L (2016): Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR). Felhasználói kézikönyv. Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest
- Pantavou K, Theoharatos G, Santamouris M, Asimakopoulos D (2013): Outdoor thermal sensation of pedestrians in a Mediterranean climate and a comparison with UTCI. *Build Environ* 66, 82–95
- Pálvölgyi T, Czira T, Dobozi E, Rideg A, Schneller K (2010): A kistérségi szintű éghajlat-változási sérülékenységvizsgálat módszere és eredményei. *KLÍMA-21 Füzetek* 62, 88–102
- Pearlmutter D, Jiao D, Garb Y (2014): The relationship between bioclimatic thermal stress and subjective thermal sensation in pedestrian spaces. *Int J Biometeorol* 58, 2111–2127
- Perch-Nielsen SL, Amelung B, Knutti R (2010): Future climate resources for tourism in Europe based on the daily tourism climatic index. *Climatic Change* 103, 363–381
- Perry AH (1993): Climate and weather information for the package holiday-maker. *Weather* 48, 410–414
- Perry AH (1997): Recreation and tourism. In: Thompson RD, Perry A (szerk): *Applied Climatology: Principles and Practice*. Routledge, London, 240–248
- Peszeki (2011): Településgazdaságtan. Szent István Egyetem, Gödöllő
- Péczely Gy (1979): Éghajlattan. Tankönyvkiadó, Budapest
- Pongrácz R, Bartholy J, Bartha EB (2013): Analysis of projected changes in the occurrence of heat waves in Hungary. *Adv Geosci* 35, 115–122
- Rátz T (2006): Az éghajlati és időjárási tényezők szerepe az utazási magatartás befolyásolásában. *Turizmus Bulletin* 10, 42–53
- Rohles FH, Nevins RG (1968): Short duration adaptation to comfortable temperatures. *ASHRAE Trans* 74, 121–129
- Rohles FH, Nevins RG (1973): Thermal comfort: new directions and standards. *Aerosp Med* 44, 730–738
- Roshan G, Roustai I, Ramesh M (2009): Studying the effects of urban sprawl of metropolis on tourism – climate index oscillation: A case study of Tehran City. *J Geogr Reg Plann* 2, 310–321
- Roshan G, Yousefi R, Fitchett JM (2016a): Long-term trends in tourism climate index scores for 40 stations across Iran: the role of climate change and influence on tourism sustainability. *Int J Biometeorol* 60, 33–52
- Roshan G, Yousefi R, Kovács A, Matzarakis A (2016b): A comprehensive analysis of physiologically equivalent temperature changes of Iranian selected stations for the last half century. *Theor Appl Climatol*. doi: 10.1007/s00704-016-1950-3
- Rothfus LP (1990): The Heat Index “equation” (or, more than you ever wanted to know about Heat Index). NWS Southern Region Technical Attachment, SR/SSD 90-23, Fort Worth, TX
- Rutty M, Scott D (2010): Will the Mediterranean become “too hot” for tourism? A reassessment. *Tour Hosp Plan Dev* 7, 267–281
- Rutty M, Scott D (2013): Differential climate preferences of international beach tourists. *Climate Res* 57, 259–269
- Rutty M (2014): Weather and climate for coastal tourism. Doctoral Dissertation, University of Waterloo, Waterloo. https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/8500/Rutty_Michelle.pdf?sequence=3
- Rutty M, Scott D (2014): Thermal range of coastal tourism resort microclimates. *Tourism Geogr* 16, 346–363
- Rutty M, Scott D (2015): Bioclimatic comfort and the thermal perceptions and preferences of beach tourists. *Int J Biometeorol* 59, 37–45
- Rutty M, Scott D (2016): Comparison of climate preferences for domestic and international beach holidays: a case study of Canadian travelers. *Atmosphere* 7, 30
- Saaroni H, Pearlmutter D, Hatuka T (2015): Human-biometeorological conditions and thermal perception in a Mediterranean coastal park. *Int J Biometeorol* 59, 1347–1362
- Sábitz J, Szépszó G, Zsebeházi G, Szabó P, Illy T, Bartholy J, Pieczka I, Pongrácz R (2015): A klímamodellekből levezethető indikátorok alkalmazási lehetőségei. Tanulmány, „Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer kialakítása (NATÉR)” projekt, Országos Meteorológiai Szolgálat, Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék, Budapest. <http://www.met.hu/RCMTeR/hu/publikacio/>

- Scharlau K (1943): Die Schwüle als meßbare Größe. *Bioklimat Beibl* 10, 19–23
- Scott D, McBoyle G (2001): Using a 'tourism climate index' to examine the implications of climate change for climate as a tourism resource. In: *Matzarakis A, de Freitas CR* (szerk): Proceed First Int Workshop on Climate, Tourism and Recreation. International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation, Halkidiki, 69–88
- Scott D, McBoyle G, Schwartzentruber M (2004): Climate change and the distribution of climatic resources for tourism in North America. *Climate Res* 27, 105–117
- Scott D, Gössling S, de Freitas CR (2008): Preferred climates for tourism: case studies from Canada, New Zealand and Sweden. *Climate Res* 38, 61–73
- Scott D, Lemieux C (2010): Weather and climate information for tourism. *Proc Environ Sci* 1, 146–183
- Scott D, Hall CM, Gössling S (2012): Tourism and climate change: impacts, adaptation and mitigation. Routledge, Abingdon
- Shiue I, Matzarakis A (2011): Estimation of the tourism climate in the Hunter Region, Australia, in the early twenty-first century. *Int J Biometeorol* 55, 565–574
- Smith K (1993): The influence of weather and climate on recreation and tourism. *Weather* 48, 398–404
- Spagnolo J, de Dear R (2003): A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Build Environ* 38, 721–738
- Steadman RG (1971): Indices of windchill of clothed persons. *J Appl Meteorol* 10, 674–683
- Steadman RG (1979): The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *J Appl Meteorol* 18, 861–873
- Steadman RG (1984): A universal scale of apparent temperature. *J Clim Appl Meteorol* 23, 1674–1687
- Szalai S, Auer I, Hiebl J, Milkovich J, Radim T, Stepanek P, Zahradnicek P, Bihari Z, Lakatos M, Szentimrey T, Limanowka D, Kilar P, Cheval S, Deak Gy, Mihic D, Antolovic I, Mihajlovic V, Nejedlik P, Stastny P, Mikulova K, Nabyvanets I, Skryryk O, Krakovskaya S, Vogt J, Antofie T, Spinoni J (2013): Climate of the Greater Carpathian Region. Final Technical Report. <http://www.carpatclim-eu.org/>
- Szentimrey T, Bihari Z (2007): Manual of interpolation software MISHv1.02. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest
- Szentimrey T (2011): Manual of homogenization software MASHv3.03. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest
- Szépszó G (2014): A REMO regionális éghajlati modelleken alapuló klímadinamikai vizsgálatok a Kárpát-medence éghajlatának jellemzésére. Doktori értekezés. Földtudományi Doktori Iskola, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest. http://teo.elte.hu/minosites/ertekezes2014/szepszo_g.pdf
- Szépszó G, Illy T, Szabó P (2016): A regionális klímamodellek eredményeinek utófeldolgozása és a NATéR számára szükséges paraméterek előállítása. Beszámoló tanulmány, „A sugárzási kényszer változásán alapuló új éghajlati szcenáriók a Kárpát-medence térségére (RCMTéR)” projekt, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. <http://www.met.hu/RCMTeR/hu/publikacio/>
- Takács Á, Kovács A, Kiss M, Gulyás Á, Kántor N (2016): Study on the transmissivity characteristics of urban trees in Szeged, Hungary. *Hung Geogr Bull* 65, 155–167
- Tetens VO (1930): Über einige meteorologische Begriffe. *Z Geophys* 6, 297–309
- Thorsson S, Lindqvist M, Lindqvist S (2004): Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. *Int J Biometeorol* 48, 149–156
- Toy S, Kántor N (2016): Evaluation of human thermal comfort ranges in urban climate of winter cities on the example of Erzurum city. *Environ Sci Pollut R*. doi: 10.1007/s11356-016-7902-8
- Tsitoura M, Tsoutsos T, Daras T (2014): Evaluation of comfort conditions in urban open spaces. Application in the island of Crete. *Energy Convers Manage* 86, 250–258
- Tung C-H, Chen C-P, Tsai K-T, Kántor N, Hwang R-L, Matzarakis A, Lin T-P (2014): Outdoor thermal comfort characteristics in the hot and humid region from a gender perspective. *Int J Biometeorol* 58, 1927–1939
- UCRG (2015): Urban Climate Research Group. Városklíma-kutatócsoport, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szegedi Tudományegyetem. <http://uhi.geo.u-szeged.hu/ucrg/>
- Unger J, Lelovics E, Gál T (2014): Local Climate Zone mapping using GIS methods in Szeged. *Hung Geogr Bull* 63, 29–41
- UNWTO (2008): Climate change and tourism – Responding to global challenges. World Tourism Organization and United Nations Environment Programme, Madrid. <http://sdt.unwto.org/sites/all/files/docpdf/climate2008.pdf>

- UNWTO (2010): International recommendations for tourism statistics 2008. United Nations Publications, New York. http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/seriesm_83rev1e.pdf
- UNWTO (2016a): UNWTO Annual Report 2015. World Tourism Organization, Madrid. http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/pdf/annual_report_2015_lr.pdf
- UNWTO (2016b): Recommendations on accessible information in tourism. World Tourism Organization, Madrid. <http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/docpdf/accesibilidad2016webennuevoaccesible.pdf>
- Uzzoli A (2015): Klímamodellek a társadalmi alkalmazkodásban – A sérülékenységvizsgálatok hazai eredményei és tapasztalatai. In: Czirfusz M, Hoyk E, Suvák A (szerk): Klímaváltozás – társadalom – gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. Publikon Kiadó, Pécs, 109–126
- VDI (1994): Environmental meteorology, interactions between atmosphere and surface; calculation of short- and long wave radiation. Part I: Climate. VDI 3789, Part 2. Beuth, Berlin
- VDI (1998): Methods for the human-biometeorological assessment of climate and air hygiene for urban and regional planning. Part I: Climate. VDI 3787, Part 2. Beuth, Berlin
- Vigotti MA, Muggeo VMR, Cusimano R (2006): The effect of birthplace on heat tolerance and mortality in Milan, Italy, 1980–1989. *Int J Biometeorol* 50, 335–341
- Vitt R (2012): Quantification of climate tourism potential based on urban-rural differences. Bachelor Thesis, Meteorological Institute Albert-Ludwigs-University Freiburg, Freiburg
- Vitt R, Gulyás Á, Matzarakis A (2015): Temporal differences of urban-rural human biometeorological factors for planning and tourism in Szeged, Hungary. *Adv Meteorol* 2015, Article ID: 987576
- Volmer RP (1975): A study of the thermal environment in apartments of the elderly. A Master's Thesis. Department of Mechanical Engineering, Kansas State University, Kansas. <http://krex.k-state.edu/dspace/handle/2097/11280>
- Whittlesea E, Amelung B (2010): Cost-a South West: What could tomorrow's weather and climate look like for tourism in the South West of England? National Case Study. South West Tourism, Exeter. <http://ukclimateprojections.metoffice.gov.uk/media.jsp?mediaid=88427&filetype=pdf>
- WMO (2012): Guide to meteorological instruments and methods of observation. WMO-No. 8., 2008 edition, updated in 2010. Part I. Measurement of meteorological variables, Chapter 5. Measurement of surface wind, page Nr.: 1.5–13. http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_8_en-2012.pdf
- WTTC (2016): Travel & Tourism Economic Impact 2016 World. World Travel & Tourism Council, London. <http://www.wttc.org/-/media/files/reports/economic%20impact%20research/regions%202016/world2016.pdf>
- Xi T, Li Q, Mochida A, Meng Q (2012): Study on the outdoor thermal environment and thermal comfort around campus clusters in subtropical urban areas. *Build Environ* 52, 162–170
- Yahia MW, Johansson E (2013): Evaluating the behaviour of different thermal indices by investigating various outdoor urban environments in the hot dry city of Damascus, Syria. *Int J Biometeorol* 57, 615–630
- Yang W, Wong NH, Jusuf SK (2013a): Thermal comfort in outdoor urban spaces in Singapore. *Build Environ* 59, 426–435
- Yang W, Wong NH, Zhang G (2013b): A comparative analysis of human thermal conditions in outdoor urban spaces in the summer season in Singapore and Changsha, China. *Int J Biometeorol* 57, 895–907
- Zaninovic K, Matzarakis A (2009): The bioclimatological leaflet as a means conveying climatological information to tourists and the tourism industry. *Int J Biometeorol* 53, 369–374
- Zaninovic K, Srncic L, Jurkovic RS (2015): How will climate change affect the climate potential of tourism in Croatia? In: Demiroğlu OC, de Freitas CR, Scott D, Kurnaz ML, Ünal D (szerk): Proceed 4th Int Conf on Climate, Tourism and Recreation – CCTR2015. Istanbul Policy Center, Istanbul, 82–85
- Zeng Y, Dong L (2015): Thermal human biometeorological conditions and subjective thermal sensation in pedestrian streets in Chengdu, China. *Int J Biometeorol* 59, 99–108

Summary

In my doctoral dissertation I developed new methodology for the evaluation of tourism climatology and adjusted the evaluation tools to the subjective assessments of the Hungarian residents based on their reactions on the thermal conditions. With the help of the original and the modified methods I evaluated the current state and future possible evolution of the tourism climate potential of Hungary and some highlighted tourism destinations.

Since the dissertation covers the area of tourism climatology about which hardly any Hungarian language studies can be found, I provided a detailed overview of the role climatic conditions play in tourism. Most importantly I aimed at presenting the possible utilization of climatic information from a touristic point of view. I collected the disciplines of tourism climate evaluation and the most important expectations towards evaluation methods. I also explained to what extent the previous elementary and the later bioclimatic indices are suitable for the quantification of climatic circumstances. I provided a detailed description of the most up-to-date evaluation methods (Tourism Climatic Index – TCI, Climate Index for Tourism – CIT, Climate-Tourism-Information-Scheme – CTIS) and their general principles ([Chapter 2](#)).

The most important results and conclusions are summarized below.

- I. I identified problems and deficiencies in connection with the structure and credibility of TCI and CTIS indices based on my experience and the international literature of the discipline** ([Kovács and Unger 2014a, 2014b](#), [Kovács et al. 2014, 2016, 2017](#)).
 1. During the critical examination of the methods I found that the current temporal resolution of the TCI index is insufficient, its thermal components (daytime and daily comfort index) seem to be outdated, moreover the rating score systems of the components and the weighing of the sub-indices are arbitrary. In connection with the CTIS I found that the generally used value ranges and thresholds do not reflect the subjective reactions of local residents ([Chapter 3.1](#)).
 2. Since the evaluation of the thermal environment is a highly subjective process, I emphasized the importance of the standardization of the evaluation methods (scale, rating score system and thresholds) based on the actual reactions of the local residents or tourists of a given region ([Chapter 3.2](#)).
- II. I improved the methodology of TCI and adapted the TCI and CTIS to the Hungarian residents' subjective evaluation on thermal conditions** ([Kovács and Unger 2014a, 2014b](#), [Kovács et al. 2014, 2016, 2017](#), [Kántor et al. 2016a](#)).
 3. I modified the structure of the TCI.
 - a. I updated the thermal components of the TCI: I worked out a new methodology which makes it possible to integrate the Physiological Equivalent Temperature (PET) index into the place of the original thermal components of the TCI ([Chapter 3.1 and 4.1.2](#)).
 - b. I modified the temporal resolution of the TCI: I proposed a ten-day system and in connection with this I modified the rating score system of the precipitation sub-index ([Chapter 3.1 and 4.2.1](#)).

4. I specified the seasonal patterns of the subjective responses given by Hungarian residents on the thermal environment. I determined that people are more tolerant towards warmer thermal conditions in any seasons than towards colder ones. The seasonal trend of the neutral temperature given in PET (spring ~ autumn < summer) shows Hungarian residents' mid-year climatic adaptation processes. I discovered significant differences compared to the original PET value ranges, among which stands out Hungarian residents' higher tolerance towards warmer thermal conditions in the transition seasons ([Chapter 4.1 and 5.2](#)).
5. I adjusted the thermal components of the TCI to Hungarian residents: I developed a new rating score system based on the actual, seasonally changing subjective responses of the Hungarian population ([Chapter 3.1, 4.1.2 and 5.3](#)).
6. I adjusted the thermal components of the CTIS to the local population: I designated seasonal PET value ranges according to their thermal sensation patterns and after this I integrated the zones perceived as neutral, warm or cold by the Hungarian residents (PET-thresholds) into the CTIS as new thermal components ([Chapter 3.1, 4.1.2 and 5.3](#)).

III. I evaluated the climate potential of a few highlighted local and European tourist destinations based on the TCI, modified TCI (mTCI) and CTIS ([Kovács and Unger 2014a, 2014b, Kovács et al. 2016](#)).

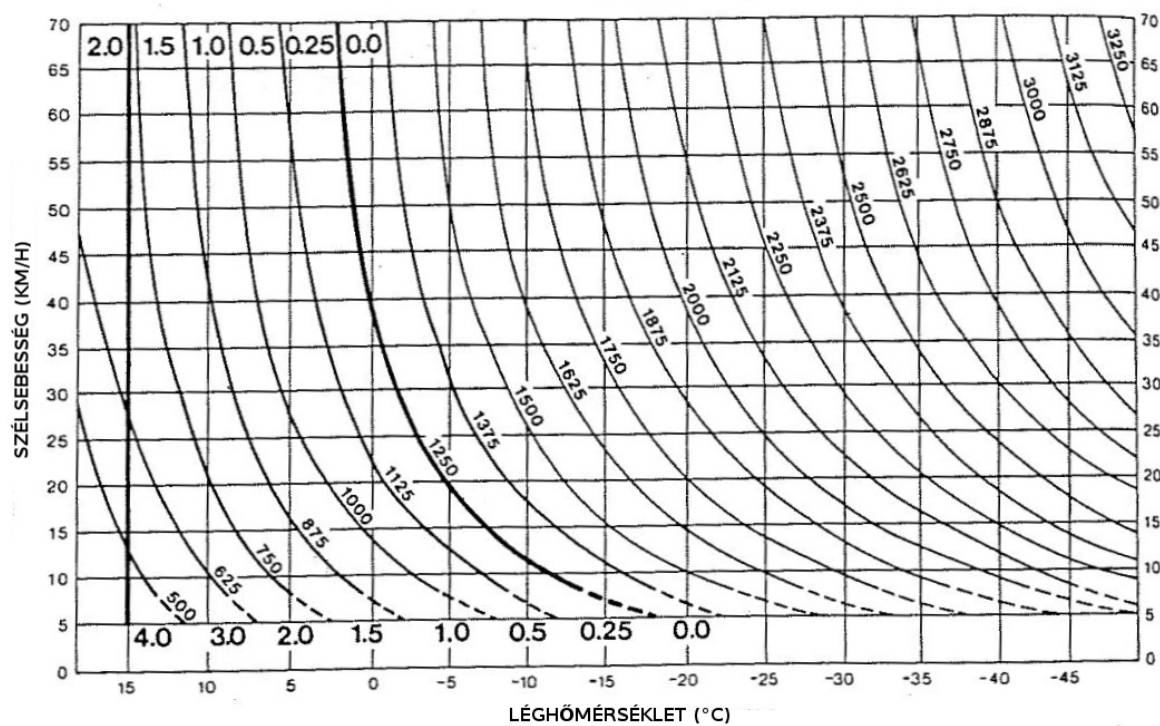
7. I marked out a considerable difference between the yearly distribution of the TCI and the mTCI. In case of the TCI, an intensive improvement can be observed during the spring months after the more disadvantageous winter conditions. The most favourable conditions can be detected from May to September in the local areas and from June to August in the northern regions. During the autumn conditions quickly decline. Yearly distribution thus takes on a structure of a “summer peak”. Contrary to this, in case of the mTCI, the dispersion is “bimodal” meaning that whereas the most optimal climate is during some of the spring and autumn months (usually in April and September-October), conditions are more disadvantageous during the summer period. In case of the Southern-European regions, I got a mild “bimodal” structure based on the TCI dispersion and a strong one based on the mTCI ([Chapter 6.1.1](#)).
8. With the division of the TCI and mTCI into sub-indices I managed to show that principally the daytime comfort index (CI_d/mCI_d) is responsible for the different yearly course of the two indices and the significant differences between the examined areas. The effects of the other sub-indices (CI_a/mCI_a , R , S , W) can contribute to this to a smaller extent ([Chapter 6.1.1](#)).
9. The evaluations based on either mTCI and CTIS show that the transitional seasons are the most suitable periods for outdoor activities in all the examined territories. The distribution of the mTCI is strongly “bimodal” in all areas. As a result of the CTIS-based complex evaluation I can confirm that May and September seem to be the most favourable months in Hungary and the northern regions with relatively pleasant thermal conditions during the summer season as well in the latter territories. The transitional seasons – particularly April and October – can be recommended for outdoor activities in the Southern-European regions as well. I also

proved that the above picture is nuanced by precipitation because the probability of it is the highest in those periods which are considered to be the most favourable (*Chapter 6.1.1 and 6.1.2*).

IV. I analyzed the possible future tourism climate potential of Hungary based on the TCI and mTCI (*Kovács et al. 2017*).

10. Based on the measurements reflecting the current climate I found that the yearly evolution of both TCI and mTCI reflects the tendencies observed during the evaluation made by the given indices on the tourist destinations. That is to say, according to the TCI evaluation, I received the most unfavourable conditions for winter whereas the period between May and September showed favourable conditions. The results here also prove that poor winter conditions show intensive improvement during spring, then the conditions remain stable between May and September just to show a great decline during the autumn period. In case of the mTCI – where I left out the winter months – the most unfavourable months are November and March. Spring brings a significant improvement here as well followed by a slight decline between June and September. After this another improvement and then a decline can be observed until the end of autumn (*Chapter 6.1.1 and 6.2.1*).
11. I found that TCI and mTCI show equivalent tendencies for summer and similar for spring and autumn until the end of the 21st century. According to both indices, an unfavourable change can be expected for the summer months which is particularly excessive in July and August (1–3 categories). According to the TCI, stable or slightly improving (by 1 category) conditions can be anticipated for spring. mTCI shows a significant improvement for March followed by a stable or slightly improving condition in April and – contrary to the TCI – a decline by 1 category for the majority of the country in May. Equal tendencies cannot be observed during the autumn months either. Based on the TCI, unchanged conditions can be anticipated for September, significantly improving ones for October and unchanged or at some areas improving by 1 category for November. mTCI shows a decline by 1 category for September such as for May, an improvement for October (similarly to TCI), and an improvement by 1 category for November almost everywhere (*Chapter 6.2.2*).

Függelék



1. ábra: A „szélcsípősség” („wind chill”) hűtőhatása ($\text{W/m}^2/\text{h}$) a Turisztikai klíma index (TCI) szélsebesség al-indexéhez tartozó értékelő pontokkal (Mieczkowski 1985)

SZABADTÉRI HŐÉRZET - KOMFORTÉRTZET KÉRDŐÍV			
Név: _____	ID: _____		
<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">Jellemezze a hőérzetét az alábbi skála segítségével!</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>NAGYON HIDEG</p> <p>←</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>NYHÉNY HÜVÖS</p> <p>←</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>NYHÉNY SEMLEGES</p> <p>→</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>MELEG</p> <p>→</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>FORRÓ</p> <p>→</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>NAGYON FORRÓ</p> <p>→</p> </div> </div> </div>			
<p>Dátum: Időpont: Helyszín: Égbolt viszonyok:</p>			
<p>Név: férfi / nő Kor (év): Magasság (cm): Testsúly (kg): Testhőmérséklet (°C):</p>			
<p>Pozíció: nap / fényárnyék / árnyék Testhelyzet: álló / ülő / fekvő Aktivitás: játszik / sétál / pihen Ruházat: világos / sötét Ruházat felsőtest: alsótest: lábbeli: egyéb:</p>			
<p>Dohányzás: nem / havi 1-2 / napi 1-2 / napi 10-20 szál Alkohol: nem / alkalmanként / hetente / hetente többször</p>			
<p>Koffeintartalmú ital: nem / alkalmanként / naponta Sport: nem / alkalmanként / hetente / hetente többször</p>			
<p>Cukorbetegség: nincs / I-es típusú / II-es típusú Milyen az egészségi állapota az általánosozott képest? ROSSZ ↔ JÓ</p>			
<p>Vérnyomás: normális / alacsony / magas Pillanatnyilag hogyan érzi magát az általánosozott képest? FÁRADT ↔ KIPHENT</p>			
<p>Keringési megbetegedés: nincs / van SZOMORÚ ↔ BOLDOG</p>			
<p>Légzőszervi megbetegedés: nincs / van IDÉGES ↔ NYUGODT</p>			
<p>Vírágozallergia: nincs / van jelenleg: nincs / van NYUGODT ↔ NYUGODT</p>			
<p>Frontálisérzékenység: nincs / hidegfront / melegfront VÁROSI KÖRNYEZETBEN ↔ VÁROSI KÖRNYEZETBEN</p>			
<p>Milyen környezetben tölti legszívesebben a szabadidejét? VÁROSI KÖRNYEZETBEN ↔ VÁROSI KÖRNYEZETBEN</p>			
<p>Mi az oka, amiért a területen tartózkodik? (max 3 válasz) VÁROSI KÖRNYEZETBEN ↔ VÁROSI KÖRNYEZETBEN</p>			
<p>óra vagy munka közti szünet / ebéd / találkozás másokkal / jó idő / kutyasétáltatás / gyerek kísérése / játék / tetszik a terület egyébb:</p>			
<p>Az utcája a térré való érkezés volt vagy egyéb tevékenység közben döntött úgy, hogy eldöli itt? VÁROSI KÖRNYEZETBEN ↔ VÁROSI KÖRNYEZETBEN</p>			
<p>Honnan érkezett a területre? lakóhely / munkahely / iskola / egyéb VÁROSI KÖRNYEZETBEN ↔ VÁROSI KÖRNYEZETBEN</p>			
<p>Szeged mely utcájából érkezett a térré?</p>			
<p>Ha nem Szegedről, akkor mely településről?</p>			
<p>Milyen közlekedési eszközzel érkezett a területre? személygépkocsi / tömegközlekedés / kerékpár / gyalog VÁROSI KÖRNYEZETBEN ↔ VÁROSI KÖRNYEZETBEN</p>			
<p>Kb. mennyi időbe telt, míg a területre érkezett?</p>			
<p>Kb. mennyi időt tölt el ezen a területen?</p>			
<p>Milyen gyakran látogatja a területet? naponta többször / naponta / hetente többször / naponta / hetente többször / naponta / hetente többször</p>			

2. ábra: A humánkomfort-felmérés kérdőíve (összeállította Kántor N.), kiemelve az elemzéshez felhasznált részeket

1. táblázat: Regressziós technikát alkalmazó szabadtéri humánkomfort-tanulmányok (Kántor et al. 2016a)

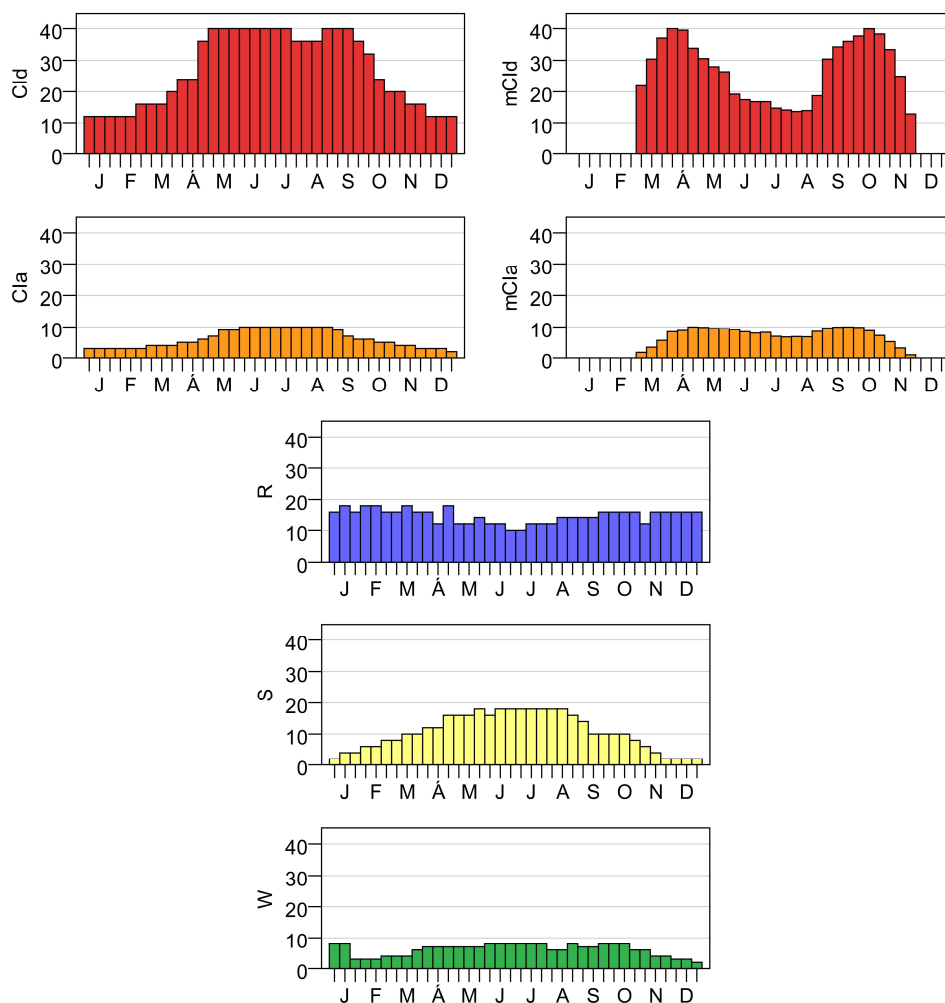
Referencia	Régió	Ország	Helyszín	TSV	Objektív index ^a	Regressziós technika ^b	Kimenet	Összehasonlítás
<i>Kántor et al.</i> (2012)	Európa	Magyarország	Szeged	9 TSV, köztes értékekkel	PET	átlagos TSV vs. PET-bin (1 °C) – négyzetes	neutrális PET, TSV-kategóriák PET-re	–
<i>Lindner-Cendrowska</i> (2013)	Európa	Lengyelország	Varsó	7 TSV	UTCI	TSV vs. UTCI – négyzetes, átlagos UTCI vs. TSV	0 TSV-hez tartozó átlagos UTCI	4 évszak
<i>Pantavou et al.</i> (2013)	Európa	Görögország	Athén	7 TSV	UTCI	átlagos TSV vs. UTCI-bin (1 °C)	TSV-kategóriák UTCI-re, neutrális UTCI	–
<i>Tsitoura et al.</i> (2014)	Európa	Görögország	Kréta	5 TSV	PMV, WBGT OUT_SET*, PET	TSV vs. PMV, (TSV vs. OUT-SET, WBGT, PET)	–	–
<i>Krüger et al.</i> (2013)	Európa	Egyesült Királyság	Glasgow	7 TSV	PET	TSV vs. PET, átlagos TSV vs. PET-bin (1,2 °C)	„nincs termikus stressz” kategória PET-re	–
<i>Krüger and Rossi</i> (2011)	Dél-Amerika	Brazília	Curitiba	7 TSV	számított TSV (=f(T _a , v, G))	TSV vs. számított TSV, TSV vs. T _a	neutrális T _a	2 évszak (nyár, tél)
<i>Becker et al.</i> (2003)	Szubtrópusi	Izrael	Kibbutz Yotvata	7 TSV + 1 (elviselhetetlenül forró)	PMV, DISC	átlagos TSV vs. PMV, átlagos TSV vs. DISC	–	4 mérőállomás
<i>Cohen et al.</i> (2013)	Szubtrópusi	Izrael	Tel Aviv-Jaffa	9 TSV	PET	átlagos TSV vs. PET-bin (1 °C)	TSV-kategóriák PET-re, neutrális PET	2 évszak (nyár, tél), 3 helyszín (park, tét, utca)
<i>Pearlmutter et al.</i> (2014)	Szubtrópusi	Izrael	Negev-régió	7 TSV	PET, ITS	TSV vs. PET, TSV vs. ITS – lineáris és szigmoid görbék	neutrális PET és ITS, TSV-kategóriák PET-re és ITS-re	3 időszak a nap folyamán (reggel, dél, este)
<i>Saaroni et al.</i> (2015)	Szubtrópusi	Izrael	Tel Aviv-Jaffa	7 TSV	ITS	TSV vs. ITS	–	2 felszín típus (beton, fűfelszín)
<i>Mahmoud</i> (2011)	Szubtrópusi	Egyiptom	Kairó	7 TSV	PET	átlagos TSV vs. PET-bin (1 °C)	neutrális PET	9 zóna parkban, 2 hónap (jún., dec.)
<i>Yahia and Johansson</i> (2013)	Szubtrópusi	Szíría	Damaszkusz	9 TSV	PET, OUT_SET*	átlagos TSV vs. OUT_SET*-bin (1 °C), átlagos TSV vs. PET-bin (1 °C)	neutrális PET, neutrális OUT_SET*	2 évszak (nyári, téli extrémumok)

Referencia	Régió	Ország	Helyszín	TSV	Objektív index ^a	Regressziós technika ^b	Kimenet	Összehasonlítás
<i>Nakano and Tanabe (2004)</i>	K-DK-Ázsia	Japán	Tokió	7 TSV	SET*	súlyozott átlagos TSV vs. SET*-bin (1 °C)	neutrális SET*	4 évszak
<i>Hwang and Lin (2007)</i>	K-DK-Ázsia	Tajvan	Tajcsung, Yunlin, Csiaji	7 TSV	SET*	átlagos TSV vs. SET*-bin (1 °C)	neutrális SET*	2–3 különböző környezet (belső, félig nyitott, kültér)
<i>Lin et al. (2011)</i>	K-DK-Ázsia	Tajvan	Tajcsung, Yunlin, Csiaji	7 TSV	SET*	átlagos TSV vs. SET*-bin (1 °C)	neutrális SET*	2 évszak (forró, hűvös)
<i>Lin (2009)</i>	K-DK-Ázsia	Tajvan	Tajcsung	7 TSV	PET	átlagos TSV vs. PET-bin (1 °C)	neutrális PET	2 évszak (forró, hűvös)
<i>Yang et al. (2013a)</i>	K-DK-Ázsia	Szingapúr	Szingapúr	7 TSV	OT	súlyozott átlagos TSV vs. OT-bin (0,5 °C)	neutrális OT	–
<i>Yang et al. (2013b)</i>	K-DK-Ázsia	Szingapúr, Kína	Szingapúr, Csangsa	7 TSV	PET	átlagos TSV vs. PET-bin (0,5 °C)	neutrális PET, TSV-kategóriák PET-re	2 helyszín (Csangsa, Szingapúr)
<i>Xi et al. (2012)</i>	K-DK-Ázsia	Kína	Katon/Guangzhou	7 TSV, köztes értékekkel	SET*	TSV vs. SET*	neutrális SET*	–
<i>Zeng and Dong (2015)</i>	K-DK-Ázsia	Kína	Csengtu	7 TSV	PET	átlagos TSV vs. PET-bin (1 °C)	neutrális PET	–
<i>Lai et al. (2014)</i>	K-DK-Ázsia	Kína	Tiencsin	7 TSV	PMV, PET, UTCI	átlagos TSV vs. PMV, átlagos TSV vs. PET-bin (1 °C), átlagos TSV vs. UTCI-bin (1 °C)	TSV-kategóriák PET-re és UTCI-re	–
<i>Chen et al. (2015)</i>	K-DK-Ázsia	Kína	Sanghaj	7 TSV	PET	átlagos TSV vs. PET-bin (1 °C)	neutrális PET	2 évszak (ősz, tél)
<i>Cheng et al. (2012)</i>	K-DK-Ázsia	Hongkong	Hongkong	7 TSV	PET	TSV vs. PET	neutrális PET	2 évszak (nyár, tél)

^a alkalmazott objektív indexek: T_a – léghőmérséklet (°C), OT – operatív hőmérséklet (°C), WBGT – nedvesgömb-hőmérséklet (°C), ET* – új effektív hőmérséklet (°C), SET* – standard effektív hőmérséklet (°C), OUT_SET* – szabadtéri standard effektív hőmérséklet (°C), PET – fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet (°C), PT – érzékelt hőmérséklet (°C), UTCI – univerzális hőmérsékleti klíma index (°C), kiszámolt TSV = $f(T_a, v, G)$ – léghőmérsékletből, szélességből és globálugsárból számított hőérzeti mérőszám, PMV – hőérzeti szavazatok várható értéke, DISC – diszkomfortindex, ITS – hőterhelésindex

^b a regressziós technika általában lineáris regresszióra vonatkozik. Minden más típusú regresszió külön ki van emelve

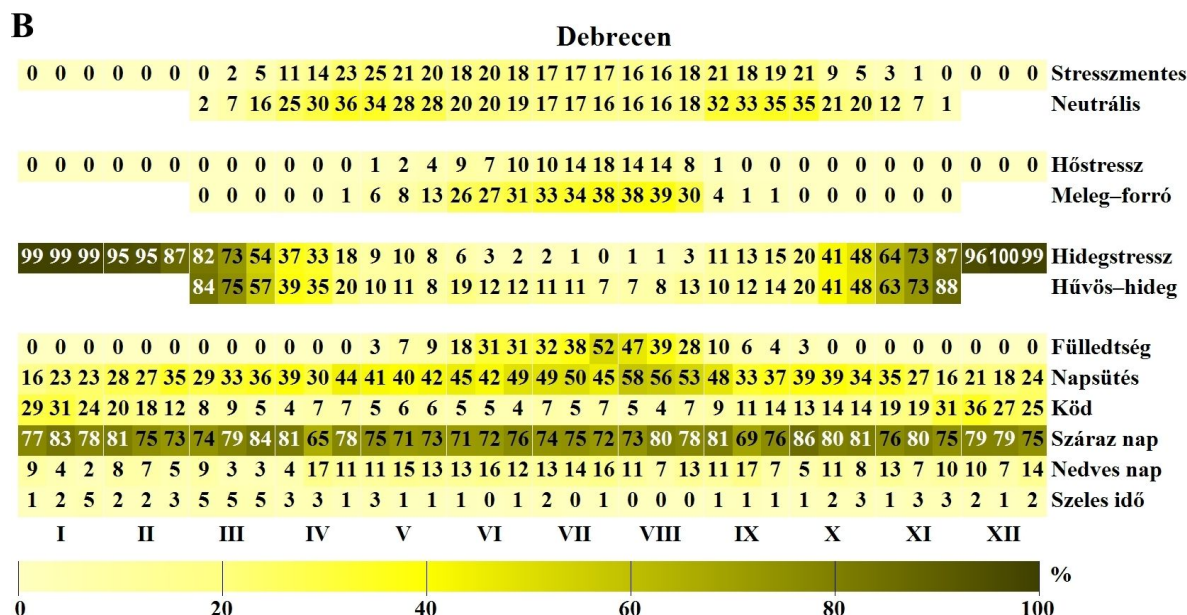
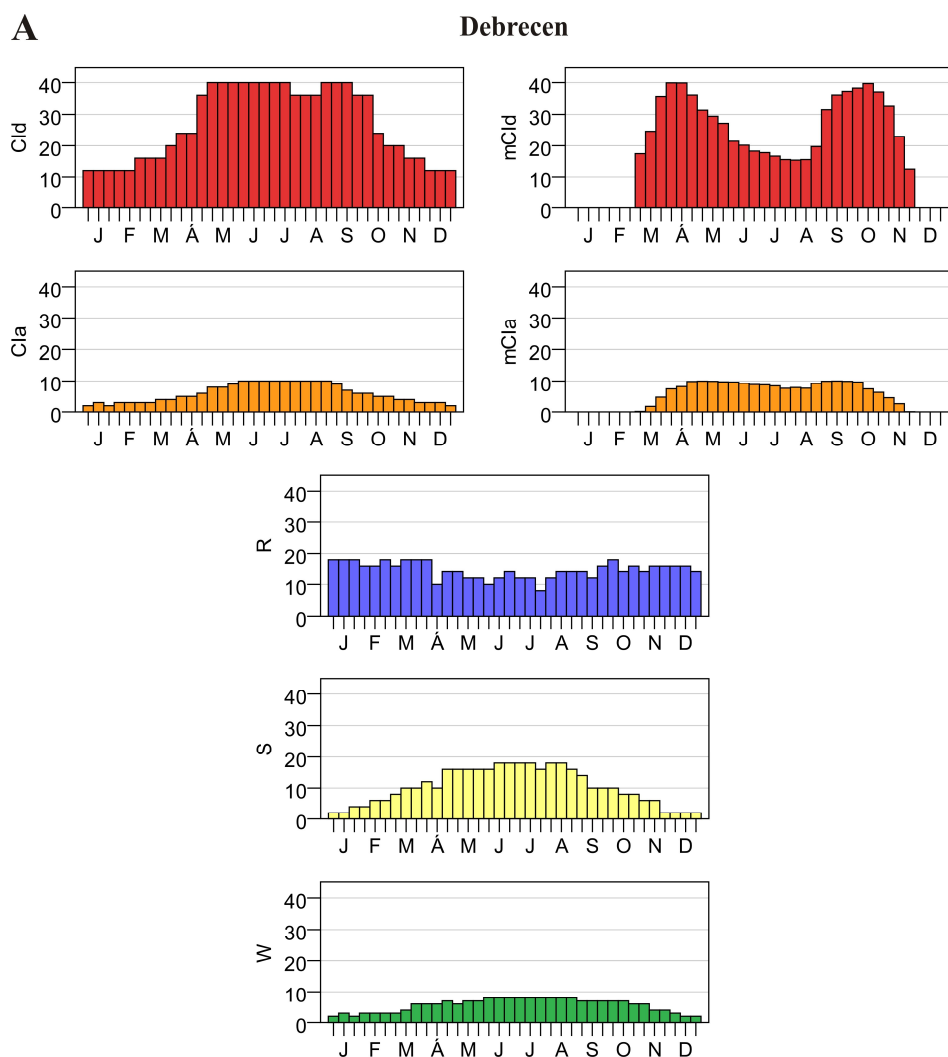
A Budapest



B Budapest

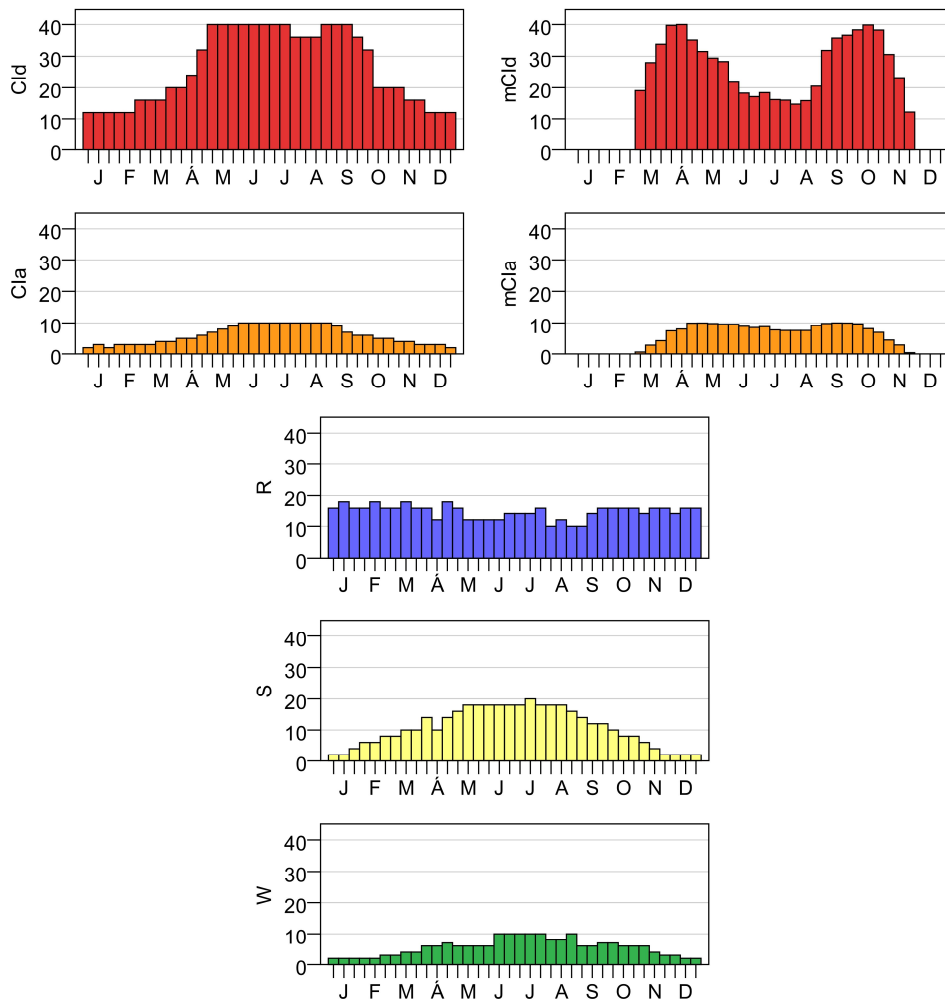
A																																											
0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	15	15	28	23	22	20	18	18	16	17	18	16	15	12	17	23	22	25	24	13	8	2	0	0	0	0	0	0	Stresszmentes					
							4	11	19	32	31	36	32	28	27	17	19	16	17	19	16	15	12	18	33	36	38	37	28	23	12	7	1					Neutrális					
							0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	11	12	14	13	22	21	19	20	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hőstressz				
							0	0	0	0	0	2	6	11	15	30	34	37	37	43	44	47	46	33	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0					Meleg-forró		
97	97	97	90	91	82								76	66	51	30	30	13	7	6	6	5	2	2	1	0	0	0	1	2	3	7	11	16	29	40	57	73	88	96	99	99	Hidegstressz
							77	68	53	32	31	14	8	6	7	16	9	10	9	5	4	4	6	10	3	7	11	15	28	39	57	72	88					Hűvös-hideg					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	11	17	20	17	24	33	27	18	15	4	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Füledtség					
20	24	25	28	30	34	31	33	32	39	33	45	39	44	43	45	45	52	49	52	49	57	57	51	45	35	46	34	44	36	31	26	15	21	21	23					Napsütés			
26	26	21	11	8	9	8	5	4	2	6	2	4	4	3	5	3	3	3	3	2	2	3	4	4	5	8	9	8	12	15	18	25	28	24	26					Köd			
77	87	76	83	81	78	77	81	82	81	71	81	75	69	78	74	77	80	71	79	73	83	83	78	85	77	80	82	85	79	71	79	73	77	75	75					Száraz nap			
8	5	9	7	5	9	10	2	5	11	11	5	13	13	12	16	13	11	14	13	13	8	9	15	11	12	11	8	5	10	11	11	9	9	9	10					Nedves nap			
1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0					Szeles idő		
I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII								%													
020406080100																																											

3. *ábra*: A Turisztikai klíma indexet (TCI) és a módosított Turisztikai klíma indexet (mTCI) felépítő al-indexek évi menete (a), valamint a Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) (b) Budapesten, tíznapos felbontásban (1996–2010). Az egyes TCI és mTCI al-indexekkel kapcsolatos tudnivalókat a [6.2. ábra](#) magyarázata tartalmazza. A CTIS-ben a termikus stresszre és a hőérzetre vonatkozó küszöbértékek az [5.3. táblázaton](#), a többi paraméteré a [2.5. táblázaton](#) alapulnak



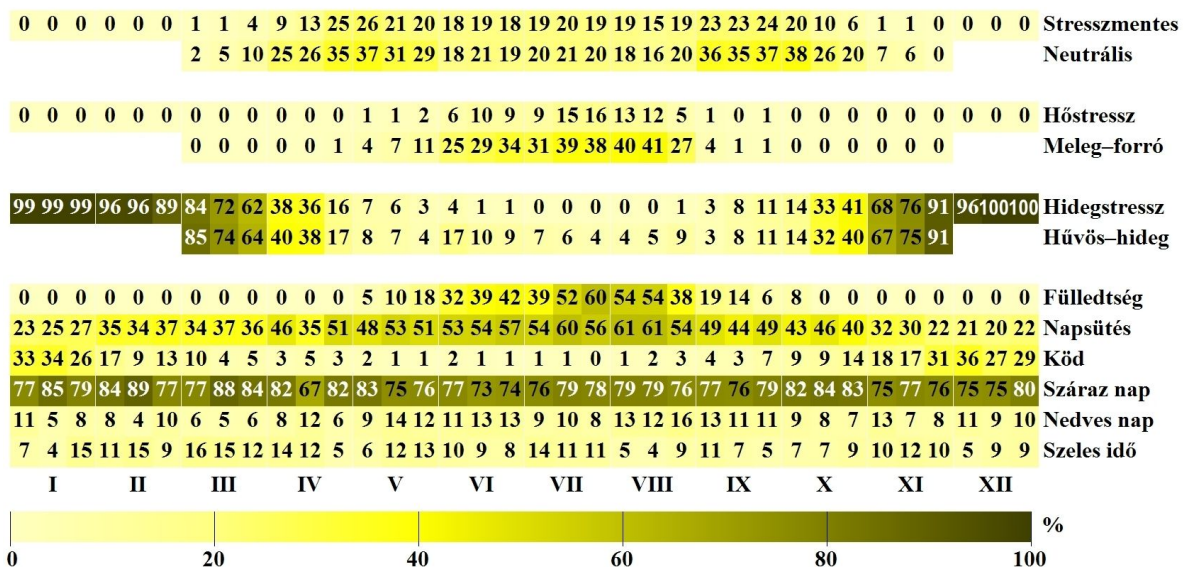
4. ábra: A Turisztikai klíma indexet (TCI) és a módosított Turisztikai klíma indexet (mTCI) felépítő al-indexek évi menete (a), valamint a Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) (b) Debrecenben, tíznapos felbontásban (1996–2010). Az egyes TCI és mTCI al-indexekkel kapcsolatos tudnivalókat a 6.2. ábra magyarázata tartalmazza. A CTIS-ben a termikus stresszre és a hőérzetre vonatkozó küszöbértékek az 5.3. táblázaton, a többi paraméteré a 2.5. táblázaton alapulnak

Siófok



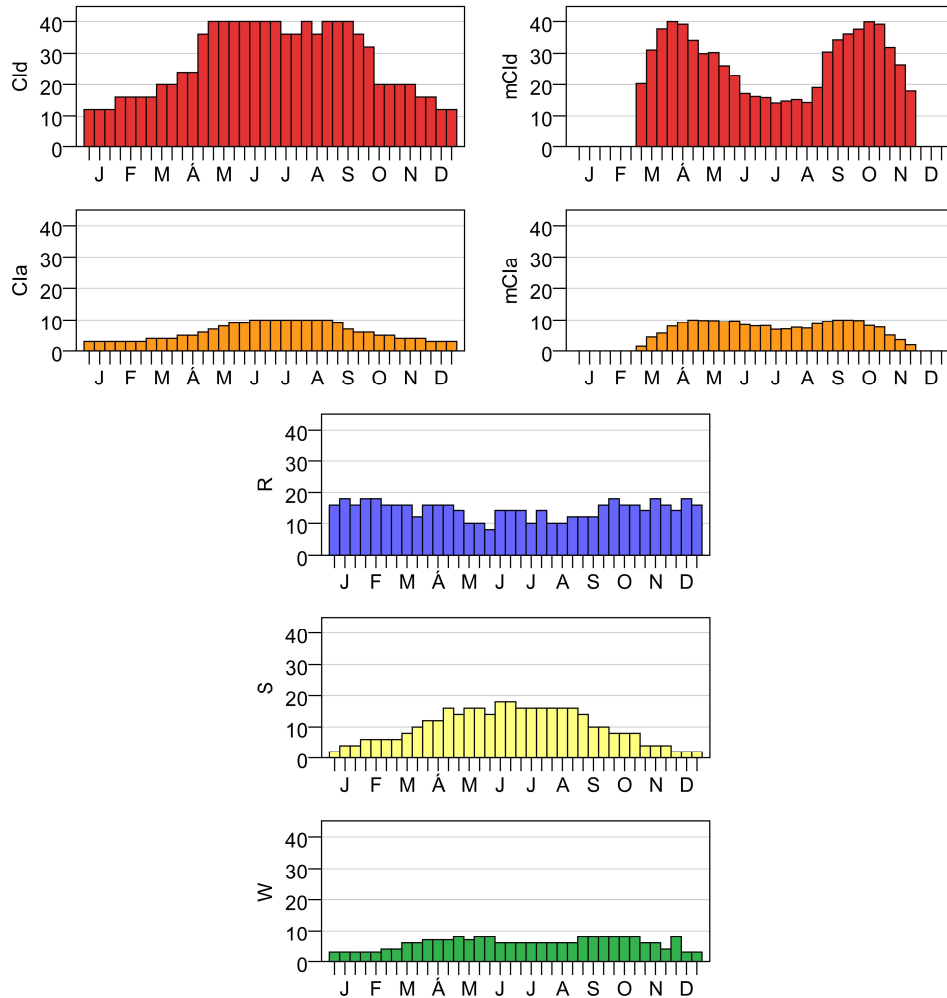
B

Siófok



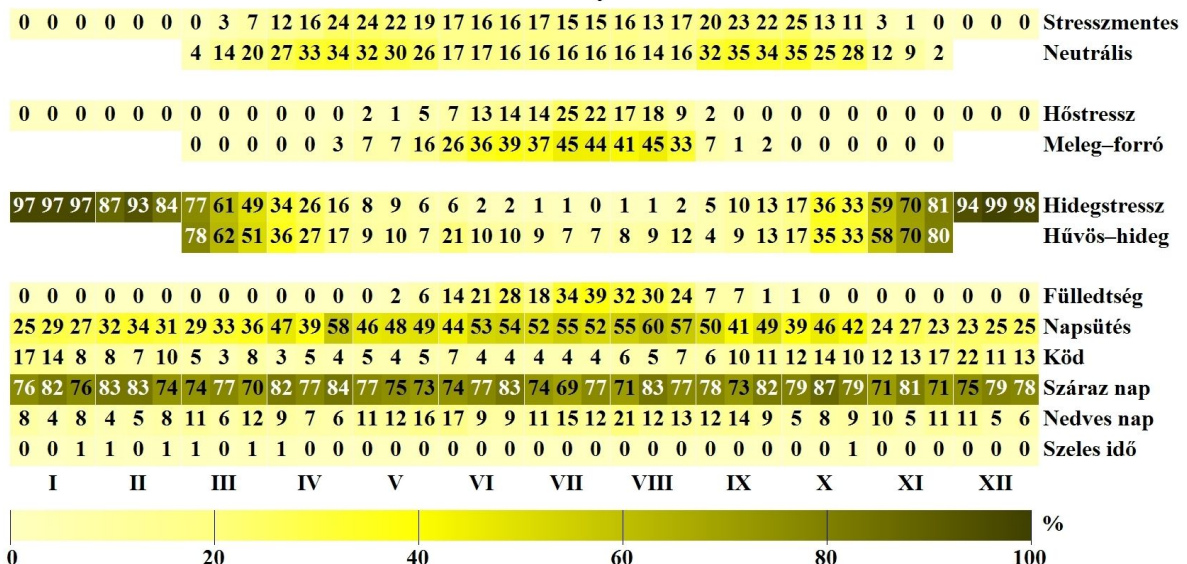
5. *ábra*: A Turisztikai klíma indexet (TCI) és a módosított Turisztikai klíma indexet (mTCI) felépítő al-indexek évi menete (a), valamint a Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) (b) Siófokon, tíznapos felbontásban (1996–2010). Az egyes TCI és mTCI al-indexekkel kapcsolatos tudnivalókat a [6.2. ábra](#) magyarázata tartalmazza. A CTIS-ben a termikus stresszre és a hőérzetre vonatkozó küszöbértékek az [5.3. táblázaton](#), a többi paraméteré a [2.5. táblázaton](#) alapulnak

Győr



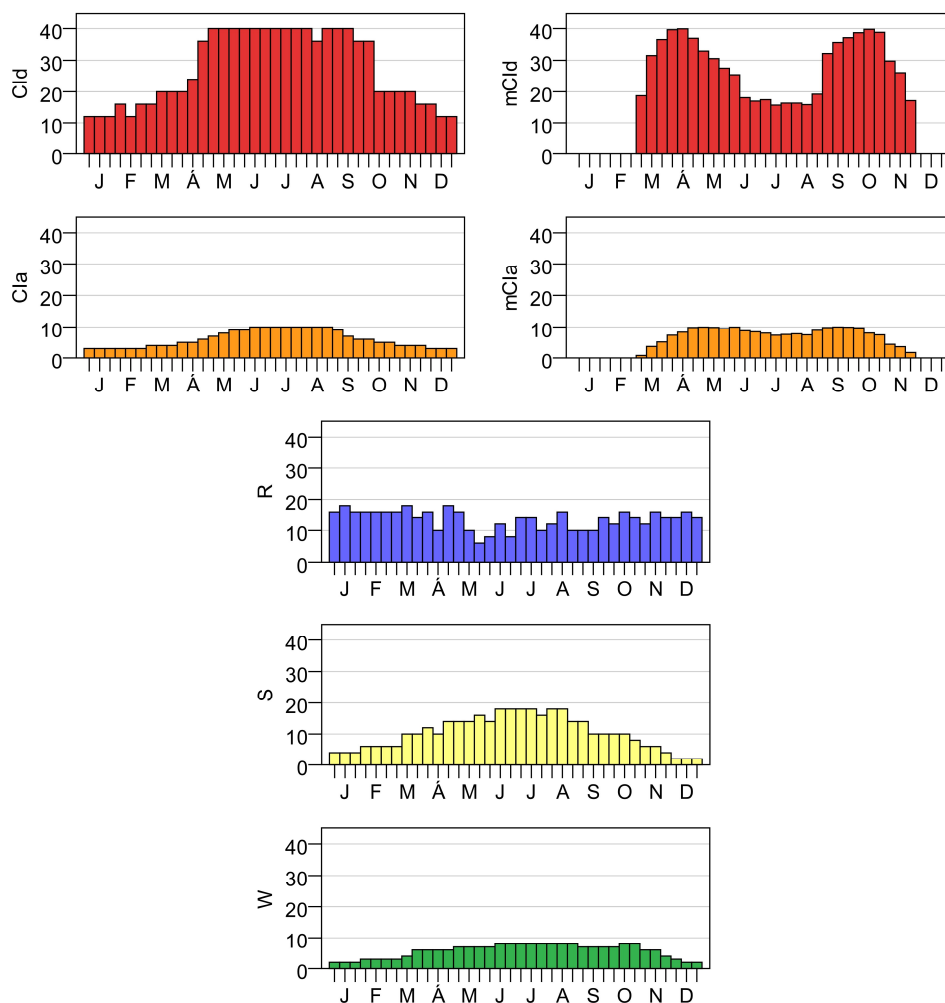
B

Győr




6. *ábra*: A Turisztikai klíma indexet (TCI) és a módosított Turisztikai klíma indexet (mTCI) felépítő al-indexek évi menete (a), valamint a Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) (b) Győrben, tíznapos felbontásban (2000–2010). Az egyes TCI és mTCI al-indexekkel kapcsolatos tudnivalókat a [6.2. ábra](#) magyarázata tartalmazza. A CTIS-ben a termikus stresszre és a hőérzetre vonatkozó küszöbértékek az [5.3. táblázaton](#), a többi paraméteré a [2.5. táblázaton](#) alapulnak

Pécs



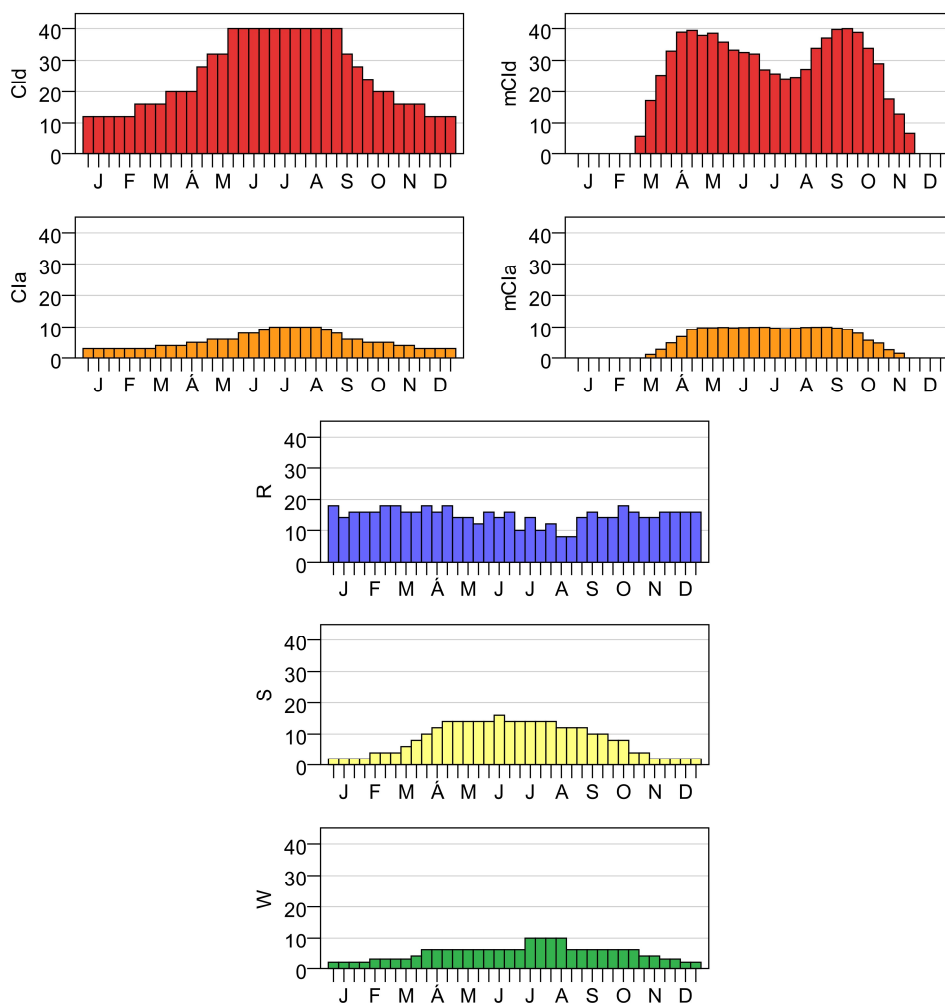
B

Pécs

0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	10	13	26	26	20	22	17	18	16	18	16	16	16	15	19	22	22	24	22	13	12	2	1	0	0	0	0	Stresszmentes				
								3	12	17	26	30	38	39	29	28	17	18	16	18	16	16	17	15	19	33	33	37	39	23	26	9	10	3			Neutrális				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	5	11	14	9	20	20	14	18	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hőstressz				
								0	0	0	0	0	1	5	6	12	21	34	34	36	42	42	40	42	32	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0		Meleg-forró				
95	95	96	85	92	85	77	60	53	38	32	17	10	9	5	10	2	1	1	1	0	1	0	2	6	11	14	17	37	41	63	66	81	92	99	97	Hidegstressz					
						78	62	55	40	33	18	11	10	5	25	12	12	6	6	8	7	7	12	6	11	13	17	36	41	63	66	81			Hűvös-hideg						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	13	28	30	27	35	35	38	31	22	9	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	Füledtség					
27	25	28	31	29	22	27	34	31	39	29	48	38	40	42	40	51	55	52	62	55	57	62	52	47	38	41	40	44	39	29	32	27	19	21	17	Napsütés					
25	26	11	10	6	18	8	4	5	2	7	2	3	2	2	5	2	4	1	2	3	4	3	4	6	10	8	7	10	12	18	15	25	33	18	15	Köd					
73	85	79	85	81	74	78	90	75	80	68	81	79	70	69	64	76	72	76	80	71	76	76	74	72	71	80	82	79	78	72	81	68	70	73	73	Száraz nap					
8	5	7	7	7	8	7	6	11	9	21	7	10	10	19	19	13	18	9	9	12	11	9	17	14	15	12	10	7	10	14	7	14	8	6	12	Nedves nap					
2	3	4	7	4	3	8	7	5	3	2	2	1	3	1	2	2	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	3	2	2	2	3	0	1	3	Szeles idő					
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII																														
																												%													
0							20							40							60							80							100						

7. *ábra*: A Turisztikai klíma indexet (TCI) és a módosított Turisztikai klíma indexet (mTCI) felépítő al-indexek évi menete (a), valamint a Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) (b) Pécsen, tíznapos felbontásban (2000–2010). Az egyes TCI és mTCI al-indexekkel kapcsolatos tudnivalókat a [6.2. ábra](#) magyarázata tartalmazza. A CTIS-ben a termikus stresszre és a hőérzetre vonatkozó küszöbértékek az [5.3. táblázaton](#), a többi paraméteré a [2.5. táblázaton](#) alapulnak

Berlin

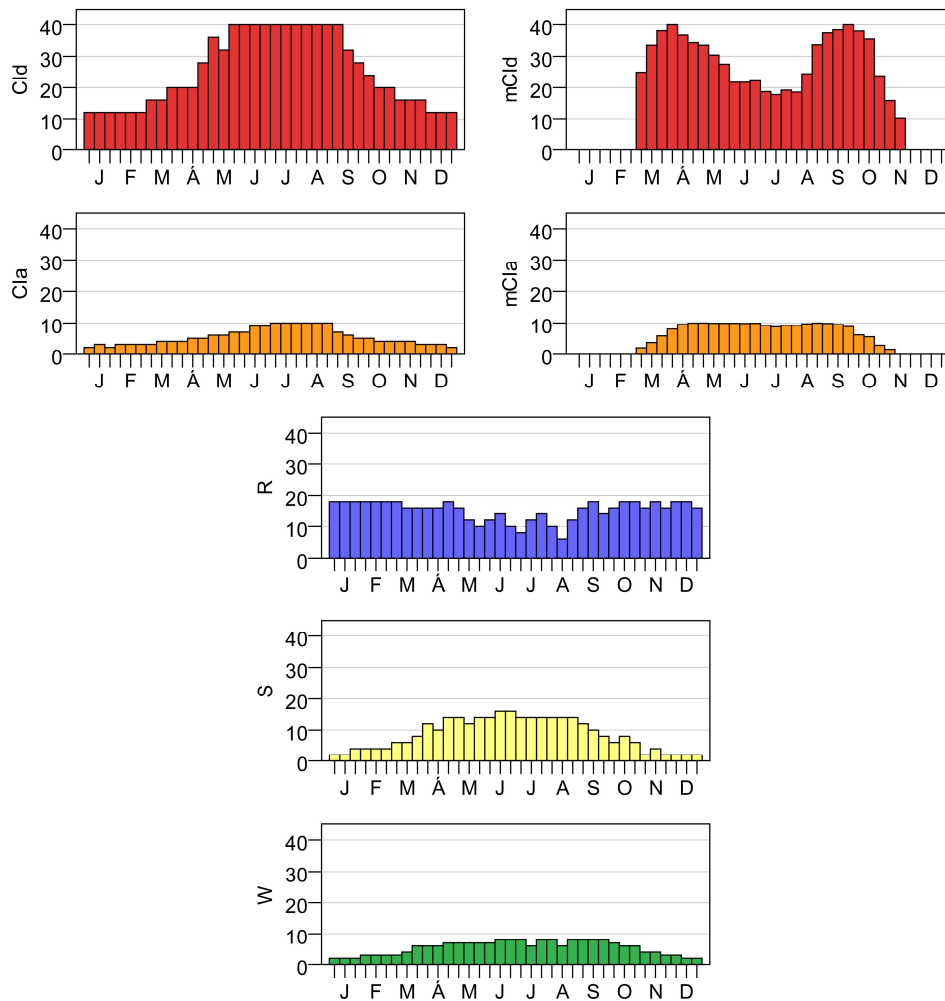
**B**

Berlin

[illegible]

8. *ábra*: A Turisztikai klíma indexet (TCI) és a módosított Turisztikai klíma indexet (mTCI) felépítő al-indexek évi menete (a), valamint a Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) (b) Berlinben, tíznapi felbontásban (2000–2010). Az egyes TCI és mTCI al-indexekkel kapcsolatos tudnivalókat a 6.2. *ábra* magyarázata tartalmazza. A CTIS-ben a termikus stresszre és a hőérzetre vonatkozó küszöbértékek az 5.3. *táblázaton*, a többi paraméteré a 2.5. *táblázaton* alapulnak

Prága

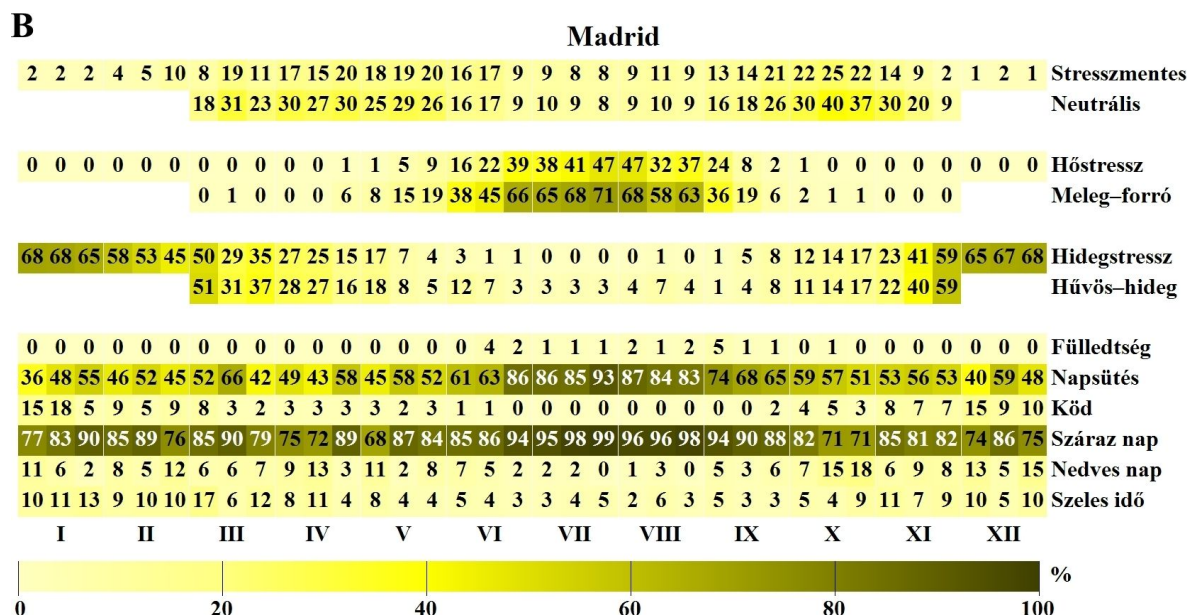
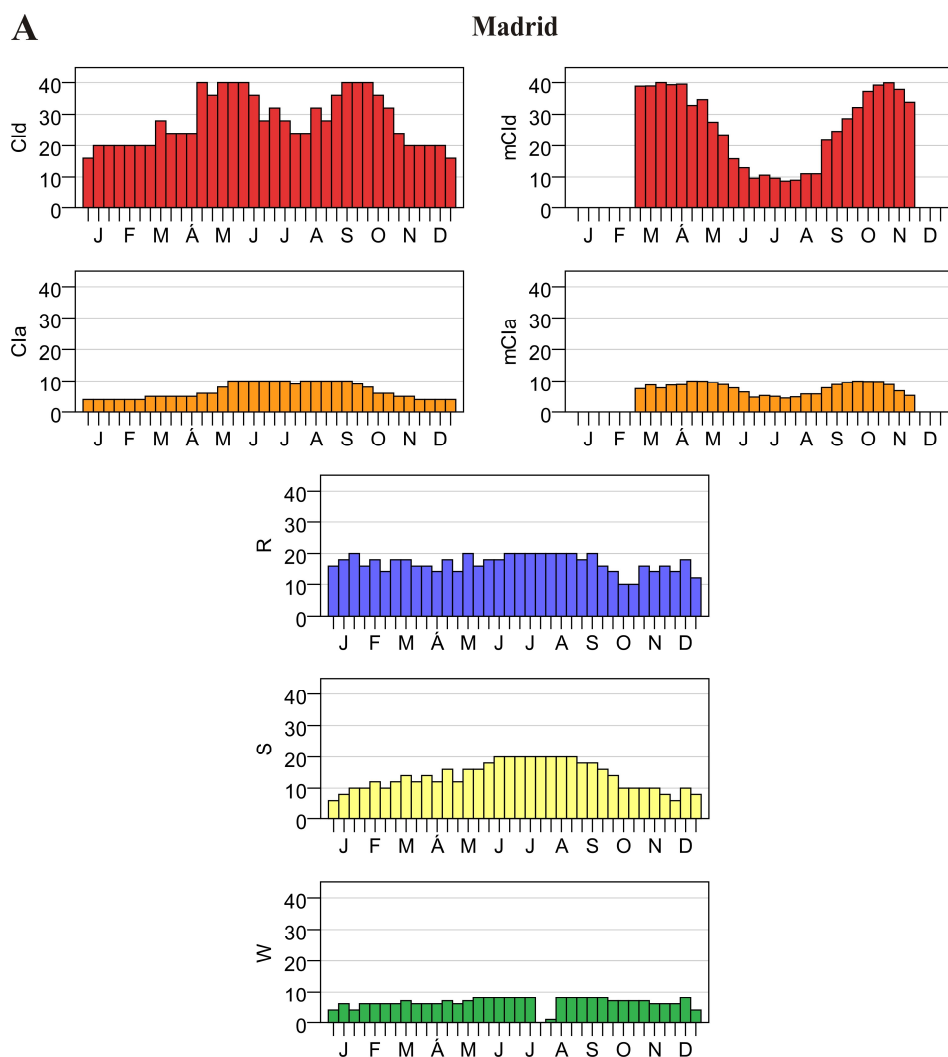


B

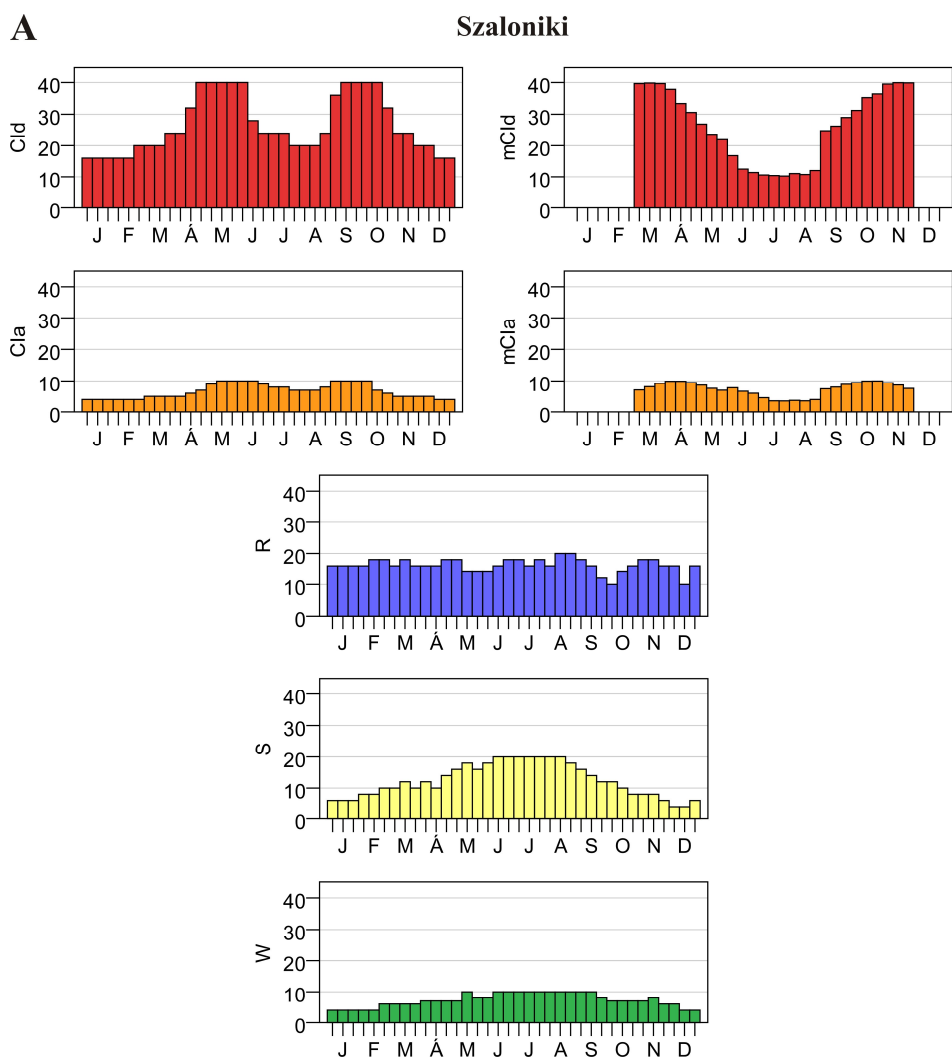
Prága

0	0	0	0	0	0	0	1	4	6	15	20	24	22	21	18	21	18	23	22	21	21	18	24	21	19	16	14	6	3	0	0	0	0	0	0	0	Stresszmentes																		
							1	5	12	17	27	32	34	32	32	18	21	19	24	23	21	22	18	25	33	37	29	34	17	14	2	1	0				Neutrális																		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	4	7	5	6	12	13	7	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hőstressz																		
							0	0	0	0	0	1	3	3	9	16	20	21	19	28	31	27	29	20	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0			Meleg-forró																		
99	99	99	94	97	92	91	76	63	49	34	23	15	14	9	9	6	5	3	2	2	2	2	3	8	15	25	25	52	54	80	88	95	98	99	100	Hidegstressz																			
							92	78	65	51	36	24	17	15	10	30	20	19	19	14	11	12	15	14	8	15	25	25	51	54	80	88	95			Hűvös-hideg																			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	14	18	16	23	22	19	21	19	7	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Füledtség																			
17	20	24	21	21	28	19	23	33	40	40	48	45	35	36	39	44	45	38	40	42	43	44	44	50	36	40	23	35	25	18	20	14	17	14	17	Napsütés																			
15	14	11	11	9	10	10	7	9	4	8	4	6	8	8	11	6	8	9	8	7	10	10	7	8	9	21	19	20	20	27	26	32	18	19	20	Köd																			
74	80	73	73	81	74	75	72	74	81	77	81	68	62	67	67	67	63	67	71	75	65	71	78	71	76	76	71	82	80	73	76	68	80	71	79	Száraz nap																			
6	5	2	1	5	2	4	5	11	6	5	3	10	20	15	10	11	20	18	14	10	15	16	13	6	7	10	5	7	5	9	4	7	9	4	8	Nedves nap																			
0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Szeles idő																			
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII																																												
																												%																											
0											20											40											60											80											100

9. *ábra*: A Turisztikai klíma indexet (TCI) és a módosított Turisztikai klíma indexet (mTCI) felépítő al-indexek évi menete (a), valamint a Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) (b) Prágában, tíznapos felbontásban (2000–2010). Az egyes TCI és mTCI al-indexekkel kapcsolatos tudnivalókat a 6.2. *ábra* magyarázata tartalmazza. A CTIS-ben a termikus stresszre és a hőérzetre vonatkozó küszöbértékek az 5.3. *táblázaton*, a többi paraméteré a 2.5. *táblázaton* alapulnak



10. ábra: A Turisztikai klíma indexet (TCI) és a módosított Turisztikai klíma indexet (mTCI) felépítő al-indexek évi menete (a), valamint a Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) (b) Madridban, tíznapi felbontásban (2000–2010). Az egyes TCI és mTCI al-indexekkel kapcsolatos tudnivalókat a 6.2. ábra magyarázata tartalmazza. A CTIS-ben a termikus stresszre és a hőérzetre vonatkozó küszöbértékek az 5.3. táblázaton, a többi paraméteré a 2.5. táblázaton alapulnak



11. ábra: A Turisztikai klíma indexet (TCI) és a módosított Turisztikai klíma indexet (mTCI) felépítő al-indexek évi menete (a), valamint a Klíma-Turizmus-Információs-Rendszer (CTIS) (b) Szalonikiben, tíznapos felbontásban (2000–2010). Az egyes TCI és mTCI al-indexekkel kapcsolatos tudnivalókat a 6.2. ábra magyarázata tartalmazza. A CTIS-ben a termikus stresszre és a hőérzetre vonatkozó küszöbértékek az 5.3. táblázaton, a többi paraméteré a 2.5. táblázaton alapulnak